



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DOS COLABORADORES DE UMA INDÚSTRIA DE PNEUS

Rui de Couceiro da Costa Sequeira Ramos

Orientador: Professor Doutor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Coorientador: Professor Doutor Joaquim Eduardo Sousa Góis (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Arguente: Professor Doutor Nelson Bruno Martins Marques da Costa (Universidade do Minho)

Presidente do Júri: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

2016



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt

ISN: 3599*654



Telephone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel, o meu reconhecimento, por todo o apoio, orientação atenta, amizade e disponibilidade demonstrada. Sem a sua preciosa ajuda, a realização desta tese não teria sido possível.

Ao Professor Doutor Joaquim Eduardo Sousa Góis, uma palavra de apreço, pelo seu precioso contributo no tratamento estatístico dos dados do presente estudo. Sem a sua contribuição, não teria sido possível atingir os objetivos propostos.

Uma palavra de apreço à Continental Mabor-Indústria de Pneus, S.A., por me ter facultado todas as condições necessárias durante a minha estadia na empresa.

Aos colaboradores da Continental Mabor-Indústria de Pneus, S.A., em especial ao Engº Domingos Machado, pela forma acolhedora com que me receberam, o que permitiu uma rápida integração no seio deste grupo e pela total disponibilidade demonstrada em me ajudarem durante a elaboração da tese.

A todos os meus Amigos, pela amizade, pelos momentos de felicidade e de descontração proporcionados durante este período.

À minha Família, pela paciência, união, afeto, incentivo e acompanhamento ao longo desta fase da minha vida.

A minha Mãe e ao Fernando, pelo acompanhamento, dedicação, apoio incondicional e por me terem proporcionado todas as condições necessárias para o meu sucesso académico.

Ao meu Pai e à minha Irmã, por toda a compreensão, carinho, apoio e esforço demonstrado ao longo deste percurso. A todos, o meu muito obrigado.

RESUMO

Nos dias que correm, ruído ocupacional é considerado como um dos 10 principais problemas de saúde a nível mundial, tendo um contributo significativo para o aparecimento de doenças no sistema auditivo dos trabalhadores. A exposição ao ruído continua a ser foco de atenção nos países industrializados, não só porque é a doença profissional mais comum nestes países, mas também porque é transversal a todos os setores da atividade, incluindo atividades de lazer.

A presente dissertação foi realizada na Continental Mabor-Indústria de Pneus, S.A. (Continental), tendo como principais objetivos a avaliação das perdas auditivas dos trabalhadores de dois dos postos de trabalho mais ruidosos da Continental, o estudo da possibilidade de estabelecer uma associação entre a variável dependente “perda auditiva” e as variáveis independentes “nível de exposição sonora”, “idade” e “tempo de exposição”, através de correlações de Spearman e a avaliação da pertinência da inclusão de fatores como a exposição ao ruído não ocupacional, historial médico e fatores pessoais no estabelecimento de Planos de Conservação da Audição (PCA) mais abrangentes, através da Análise Fatorial das Correspondências Binárias (AFCB).

Este trabalho incidiu sobre uma população de 211 colaboradores potencialmente expostos ao ruído ocupacional e sobre um grupo de controlo de 30 colaboradores que não se encontravam expostos ao ruído ocupacional. Para atingir os objetivos propostos, foi feita uma recolha de dados, análises de inquéritos e um tratamento estatístico dos resultados muito extenso e complexo.

Como principais conclusões do estudo, verificou-se que o nível sonoro contínuo equivalente, calculado para um período normal de 8 horas de trabalho ($L_{EX,8h}$) médio para os postos de trabalho em estudo, foi de aproximadamente 91 dB(A), representando um valor bastante elevado. Constatou-se que para a amostra, as perdas auditivas são muito baixas, apresentando um valor médio de 12,9 dB. Comparando as perdas auditivas do grupo de controlo com as da amostra em estudo, verificou-se que as primeiras são ligeiramente inferiores, apresentando um valor médio 11,3 dB.

Os coeficientes de regressão de Spearman relativos às variáveis em estudo, obtidos para a amostra e grupo de controlo, vieram confirmar a ausência de associação entre as perdas auditivas e o nível de exposição ao ruído, tempo de exposição e idade do colaborador. Apesar de se ter verificado coeficientes de correlação muito baixos para generalidade dos casos, o teste à significância dos coeficientes de correlação não rejeita a hipótese de associação entre as variáveis em estudo.

Em relação à aplicação da AFCB, constatou-se que a partir dos dados disponíveis, não foi possível estabelecer nenhuma associação entre o uso de proteção auditiva e as perdas auditivas. Destaca-se a associação entre os indivíduos que têm perdas auditivas e as modalidades OvbN (inquiridos que têm a percepção de que não ouvem bem), ZumS (colaboradores que sentem zumbidos nos ouvidos), OuvS (indagados que têm problemas nos ouvidos suscetíveis de influenciar perdas auditivas), FamS (indivíduos que têm familiares diretos com problemas auditivos) e FerS (trabalhadores que costumam utilizar ferramentas ruidosas fora do horário de trabalho).

Palavras-chave: Perdas auditivas, ruído ocupacional, correlações, inquéritos e AFCB.

ABSTRACT

Nowadays, occupational noise is considered one of the top 10 health problems worldwide, with a significant contribution to the emergence of diseases in the hearing system of workers. Exposure to noise continues to be the focus of attention in industrialized countries, not only because it is the most common occupational disease in these countries, but also because it is transversal to all sectors of activity, including leisure activities.

This work was performed at Continental Mabor-Industry Tires, AS (Continental), having as main objectives the evaluation of hearing loss of workers at two of the noisiest workplaces in Continental, to study the possibility of establishing an association between the dependent variable "hearing loss" and the independent variables "sound exposure level", "age" and "exposure time" through Spearman correlations and evaluation of the relevance of including factors such as exposure to non-occupational noise, medical history and personal factors in establishing more comprehensive Hearing Conservation Programs (HCP) through Factorial Analysis of Binary Correspondences (FABC).

This study was focused on a population of 211 employees potentially exposed to occupational noise and on a control group of 30 employees who were not exposed to occupational noise. To achieve the proposed objectives, data collection was made with further survey analysis and an extensive and complex statistical processing of data.

As main conclusions of the study, it was found that the average equivalent continuous sound level calculated for a normal 8-hour work ($L_{EX, 8h}$) and for the studied workplaces was approximately 91 dB(A), representing a quite high value. It was found that that hearing losses were very low for the sample, with an average value of 12,9 dB. Comparing the hearing loss of the control group with the sample under study, it was found that the former are slightly lower, with an average of 11,3 dB.

Spearman regression coefficients for the variables under study obtained for the sample under study and for the control group, confirmed the lack of association between the hearing losses and the level of noise exposure, exposure time and age of the employee. Although the correlation coefficients were very low for the majority of the cases, the significance test of the correlation coefficients did not reject the hypothesis of association between the study variables.

Regarding the application of FABC, it was observed for the available data that it was not possible to establish any association between the use of hearing protection and hearing loss. Highlighted is the association between individuals who have hearing loss and OvbN modalities (subjects who have the perception that they do not hear well), Zums (employees who feel tinnitus in the ears), OuvS (inquired who have problems in the ears, susceptible to influence hearing loss), FamS (individuals who have direct relatives with hearing problems) and FerS (workers who often use noisy tools out of working time).

Keywords: hearing loss, occupational noise, correlation, surveys and FABC.

ÍNDICE

PARTE 1	1
1 INTRODUÇÃO	3
2 ESTADO DA ARTE.....	11
2.1 Apresentação da empresa	11
2.1.1 Continental AG.....	11
2.1.2 Continental Mabor-Indústria de Pneus, S.A.	12
2.1.3 Caraterização do Processo Produtivo	14
Departamento I – Misturação	15
Departamento II – Preparação.....	15
Departamento III – Construção	16
Departamento IV – Vulcanização	16
Departamento V – Inspeção Final	16
ContiSeal	17
2.2 Enquadramento Legal e Normativo	18
2.2.1 Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro	18
2.2.2 Portaria nº 53/71, de 3 de fevereiro	22
2.2.3 Decreto-Lei nº 348/93, de 1 de outubro.....	23
2.2.4 Decreto-Lei nº 352/2007, de 23 de outubro.....	23
2.2.5 Norma ISO 1999:2013.....	25
2.2.6 Norma NP 1733:1981	26
2.3 Conhecimento Científico.....	26
2.3.1 Perdas Auditivas – Revisão Sistemática.....	27
2.3.2 Conceitos Teóricos	31
2.3.3 Anatomia e Fisiologia da Audição	41
2.3.4 Efeitos da Exposição Ocupacional ao Ruído na Saúde Humana.....	44
2.3.5 Programas de Conservação da Audição	47
3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS	55
3.1 Objetivos da Dissertação	55
3.2 Materiais e Métodos	55

3.2.1	Caraterização Geral da Empresa	56
3.2.2	Recolha de Dados das Variáveis Definidas.....	56
3.2.3	Análise e Tratamento Estatístico dos Dados	62
PARTE 2	.....	71
4	RESULTADOS.....	73
4.1	Análise Exploratória dos Dados.....	73
4.1.1	Caraterização da amostra.....	73
4.1.2	Caraterização do grupo de controlo.....	76
4.1.3	Comparação dos resultados da amostra com os do grupo de controlo.....	78
4.2	Correlações entre as Variáveis em Estudo.....	81
4.3	Inquéritos	83
4.4	Análise Fatorial das Correspondências Binárias (AFCB).....	90
5	DISCUSSÃO	103
5.1	Associações entre as variáveis em estudo.....	103
5.2	Inquéritos	107
5.3	Análise Fatorial das Correspondências Binárias (AFCB).....	109
6	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS.....	113
7	BIBLIOGRAFIA	117
ANEXOS	.....	123
APÊNDICES	.....	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas de negócio da Continental AG (Fonte: Continental AG, 2015)	12
Figura 2 - Antigas instalações da Mabor (à esquerda) e a fábrica atual (à direita) (Continental Mabor, 2015).....	12
Figura 3 - Atuais instalações da Continental Mabor (Continental Mabor, 2015).....	14
Figura 4 - Área da misturação (Continental Mabor, 2015).....	15
Figura 5 - Área da Preparação.....	15
Figura 6 - Área da construção (Continental Mabor, 2015).....	16
Figura 7 - Área da vulcanização (Continental Mabor, 2015).....	16
Figura 8 - Área da Inspeção Final (Continental Mabor, 2015).....	16
Figura 9 - Representação da pressão eficaz.	33
Figura 10 – Níveis sonoros característicos de diversas fontes sonoras (Telo, 2006).....	33
Figura 11 - Representação da gama de frequências perceptível por espécie.	37
Figura 12 - Representação anatômica do ouvido (Seeley <i>et al.</i> , 2007).....	41
Figura 13 - Representação do ouvido interno (Seeley <i>et al.</i> , 2007).....	43
Figura 14 - Evolução da surdez profissional, segundo Hinchcliffe.	46
Figura 15 - Matriz de partida para a análise de dados (AFGB) (Pereira, 1990).....	66
Figura 16 - Etapas de retro análise envolvidas no método da AFC (Pereira, 1990).....	67
Figura 17 - Classificação das perdas auditivas da amostra, de acordo com o critério BIAP.	75
Figura 18 - Classificação das perdas auditivas da amostra, de acordo com o critério do Decreto-Lei nº 352/2007.	75
Figura 19 – Divisão da amostra por níveis de exposição.	76
Figura 20 - Classificação das perdas auditivas do grupo de controlo, de acordo com o critério BIAP	78
Figura 21 - Classificação das perdas auditivas do grupo de controlo, segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007.	78
Figura 22 - Perdas auditivas médias em função da frequência.	81
Figura 23 - Projeção das modalidades no plano fatorial (F1, F2). Interpretação de F1	94
Figura 24 - Projeção das modalidades no plano fatorial (F2, F3). Interpretação de F2	96
Figura 25 - Projeção das modalidades no plano fatorial (F3, F4). Interpretação de F3.....	97
Figura 26 - Projeção das modalidades no plano fatorial (F4, F5). Interpretação de F4.....	98
Figura 27 - Projeção das modalidades no plano fatorial (F5, F6). Interpretação de F5.....	99

Figura 28 - Projeção das modalidades plano fatorial (F1, F6). Interpretação de F6.....	100
Figura 29 – Projeção dos indivíduos pertencentes ao GC e à mostra em estudo, no plano fatorial (F2, F3)	101

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Resumo da legislação europeia existente sobre ruído ocupacional.	18
Tabela 2 – Valores de ação e valores limites de exposição de acordo com o Decreto-Lei nº182/2006, de 6 de setembro	22
Tabela 3 – Artigos 26º e 27º da portaria nº 702/80, de 22 de setembro	22
Tabela 4 - Risco de perda de audição, em função dos anos de exposição	26
Tabela 5 – Filtro de ponderação A para bandas de frequência de 1/1 oitava na gama do audível	38
Tabela 6 - Tipos de ruído	40
Tabela 7 - Evolução da surdez profissional, segundo Bell e estádios da audição.....	45
Tabela 8 - Medidas para a redução da exposição a níveis sonoros excessivos	48
Tabela 9 – Classificação dos protetores auditivos.	50
Tabela 10 – Vantagens e Desvantagens dos tampões e dos Abafadores	51
Tabela 11 - Classificação das perdas auditivas	53
Tabela 12 – Pressuposto assumidos no cálculo do $L_{EX,8h}$	58
Tabela 13 - Cálculo do $L_{EX,8h}$ em função da data e realização do último audiograma.....	59
Tabela 14 – Exemplo da Matriz final dos dados tratados para aplicação da AFCB.....	68
Tabela 15 - Critérios de inclusão aplicados à amostra.	73
Tabela 16 - Descritores estatísticos básicos das variáveis em estudo para a amostra.....	74
Tabela 17 - Comparação dos valores obtidos para as variáveis em estudo, para o setor da misturação e vulcanização.....	74
Tabela 18 – Valores médios das variáveis em estudo para os VAI, VAS e VLE definidos legalmente.	76
Tabela 19 - Critérios de inclusão aplicados ao Grupo de Controlo.	77
Tabela 20 - Descritores básicos estatísticos das variáveis em estudo para o grupo de controlo...77	
Tabela 21 – Comparação dos resultados obtidos para as variáveis em estudo, para a amostra e grupo de controlo.	79
Tabela 22 – Correlações de Spearman e Pearson obtidas para as variáveis em estudo.	81
Tabela 23 - Correlações de Spearman para as variáveis da amostra em estudo.	82
Tabela 24 - Correlações de Spearman para as variáveis do grupo de controlo.....	83
Tabela 25 - Turno dos trabalhadores da amostra em estudo.	84
Tabela 26 – Direção dos colaboradores pertencentes ao grupo de controlo.	85

Tabela 27 – Posto de trabalho ocupado pelos colaboradores.....	85
Tabela 28 – Nível de Escolaridade dos trabalhadores em estudo.	85
Tabela 29 – Histórico profissional de exposição ao ruído da amostra em estudo.	86
Tabela 30 – Histórico de exposição ao ruído não profissional da amostra em estudo.	87
Tabela 31 – Antecedentes pessoais e familiares dos colaboradores em estudo.....	88
Tabela 32 - Utilização de proteção auditiva por parte dos colaboradores em estudo.....	89
Tabela 33 - Percepção individual da audição dos indivíduos da amostra em estudo.	90
Tabela 34 – Informação sobre os valores próprios, percentagem de explicação e percentagens acumuladas dos eixos fatoriais resultantes da AFCB.	91
Tabela 35 – Relações de proximidade/afastamento das modalidades nos eixos fatoriais.	93
Tabela 36 – Comparação dos resultados das variáveis em estudo obtidos para a amostra e grupo de controlo.....	104

LISTA DE ACRÓNIMOS

AESST – Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

AFCB - Análise fatorial das Correspondências Binárias

BIAP – Bureau International d’AudioPhonologie

CNPRP – Centro Nacional de Proteção contra os Riscos Profissionais

DSIA – Direção de Segurança Industrial e Ambiente

EPI – Equipamentos de Proteção Individual

HML – High, Middle e Low Rating

NRR – Noise Reduction Rating

OMS – Organização Mundial de Saúde

PAIR – Perdas Auditivas Induzidas pelo Ruído

PCA – Programas de Conservação da Audição

SNR – Single Number Rating

SST – Segurança e Saúde do Trabalho

UUHP – Ultra Ultra High Performance

VAI – Valores de Ação Inferiores

VAS – Valores de Ação Superiores

VLE – Valores Limite de Ação

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

É cada vez mais uma certeza que a segurança e saúde do trabalho é um direito do trabalhador e uma obrigação social do empregador, além de ser importante a nível financeiro para uma empresa. As constantes mudanças que foram surgindo a nível global, a par do crescimento económico e tecnológico, marcaram passos importantes no sentido de mitigar, ao longo do tempo, alguns riscos a que o trabalhador está exposto. Contudo, associado à constante mudança, estão a surgir constantemente novos riscos, que estão na origem de acidentes e doenças relacionadas com o trabalho (Costa, 2009).

O conceito de Saúde e Segurança do Trabalho (SST) é, na sua mais ampla aceção, um conceito substancialmente unido ao do ser humano, individual ou socialmente considerado. O seu desenvolvimento e evolução surgiu precisamente com o intuito de zelar pelos interesses do trabalhador, atuando com o intuito de o prevenir de todas as situações geradoras de efeitos indesejados para o trabalho (Miguel, 2014).

Historicamente, o conceito foi-se desenvolvendo paralelamente à evolução da história do trabalho. Como tal, evoluiu de uma forma crescente, englobando um número cada vez maior de fatores e atividades, desde as primeiras ações de reparação de danos até à prevenção de todas as situações causadoras de efeitos indesejados no trabalhador. A prevenção de acidentes de trabalho surge como um imperativo de consciência face à eventualidade de danos físicos, psíquicos e morais para o trabalhador, que perderia a sua capacidade de ganho e a probabilidade de desfrutar de uma vida normal (Miguel, 2014).

Da legislação atualmente em vigor nesta área, destaca-se a Lei nº 3/2014, de 28 de janeiro, que altera a anterior Lei nº 102/2009, de 10 de setembro, constituindo o regime jurídico de promoção da segurança e saúde no trabalho, de acordo com o previsto no artigo 284º do Código do Trabalho (Lei nº 7/2009, de 12 de fevereiro). Este diploma dispõe de toda a informação necessária para dotar o tecido empresarial português de um sistema laboral que permita a execução do trabalho em condições de saúde e segurança.

O cumprimento da Lei nº 3/2014 demonstra ainda que uma empresa é socialmente responsável, protege e reforça a imagem e o valor da marca; ajuda a aumentar a produtividade dos trabalhadores; reforça o compromisso dos trabalhadores para com a empresa, cria mão-de-obra mais competente e mais saudável, reduz os custos para a empresa e as quebras de produção, permite que as empresas correspondam às expectativas dos clientes em matéria de SST, incentiva os trabalhadores a permanecerem na vida ativa durante mais tempo (AESST, 2008).

A exposição ocupacional ao ruído não é um risco recente. Ao longo da história da Humanidade, sempre existiram profissões que implicavam exposição ao ruído, embora em pequeno número. A revolução industrial, marcada com o aparecimento da máquina a vapor veio aumentar de forma exponencial a exposição ao ruído, despertando o interesse para o seu estudo como um fator de risco ocupacional. Os trabalhadores que nessa época fabricavam caldeiras a vapor contraíam

perdas auditivas em tal extensão que a patologia associada foi então designada como «doença dos caldeireiros» (Pereira, 2009).

Nos dias que correm, constitui um assunto delicado e merecedor de atenção, devido à sua forte expressão na indústria transformadora, sendo considerado a principal fonte de contaminação dos ambientes industriais (Miguel, 1992). Entende-se por ruído, todos os níveis de pressão sonora que constituem uma causa de incómodo para o trabalho; caso contrário temos som (Crandell *et al.*, 1997). O ruído é, pois, essencialmente tudo o que é indesejado e sem sentido para o ouvinte. Esta é de facto a definição mais simples de ruído. Contudo, coloca-se a seguinte questão: indesejado e incómodo para quem? O adolescente, que vemos, frequentemente, numa discoteca, gosta e vibra com os sons que ouve, embora os vizinhos que se encontrem no andar de cima se sintam incomodados com estes mesmos sons.

O mesmo acontece em ambiente ocupacional, pois pela análise das práticas reais de trabalho se verifica que os operadores, mesmo desempenhando tarefas idênticas, têm diferentes perceções em relação ao risco a que estão expostos. Estas mesmas diferenças são notadas ao nível da utilização da proteção individual auditiva. É, geralmente, aceite que a perceção individual do ruído depende das características do mesmo, isto é, da intensidade, do espectro e da frequência com que ocorre. Até certo ponto, são fatores como a idade do indivíduo, o seu estado emocional, os gostos, as crenças ou o modo de vida que determinam o grau de incomodidade do ruído (Arezes e Miguel, 2002a).

Atualmente, já não restam dúvidas de que o ruído ocupacional não pode ser visto exclusivamente como uma situação incomodativa, mas sim como um perigo real que constitui um grave problema de saúde pública. O progresso científico, social, a modernização contínua, a crescente mecanização do tecido industrial e atividades económicas, associada ao constante aumento da exposição não ocupacional a níveis de pressão sonora elevados durante longos períodos de tempo, têm vindo a agravar o problema do ruído (OMS, 2001).

Até muito recentemente, o ruído que se fazia sentir numa cidade era encarado como um indicador do seu estado de desenvolvimento, ou seja, as sociedades “silenciosas” primavam pelo pouco desenvolvimento, ao contrário das sociedades “ruidosas”, que possuíam as maiores e mais potentes máquinas, logo maior desenvolvimento industrial (Safety News, 2000). Contudo, nos últimos anos esta ideia foi-se invertendo, acabando o ruído industrial por se metamorfosear numa necessidade de silêncio, considerando-se que a existência de ambientes silenciosos era uma necessidade crescente e absoluta, quer nos locais de trabalho, quer fora destes (Arezes, 2002).

A exposição ao ruído continua a ser foco de atenção nos países industrializados, não só porque é a doença profissional mais comum nestes países, mas também porque é transversal a todos os setores da atividade, incluindo atividades de lazer (Abelenda, 2006). Nas indústrias transformadora e extrativa, 40% dos trabalhadores estão expostos a níveis sonoros significativos durante mais de metade do seu tempo de trabalho. Na construção, esta percentagem é de 35% e em muitos outros setores, incluindo a agricultura, os transportes e as comunicações, a proporção é de 20%. Mas o ruído não constitui um problema apenas no setor industrial. Como já foi referido anteriormente, o

ruído é, igualmente, reconhecido como um problema no setor dos serviços, em áreas como a educação, a saúde ou a hotelaria. Num estudo publicado sobre o ruído em jardins de infância verificou-se que os níveis médios de exposição eram superiores a 85 dB (A); durante um espetáculo musical do “Lago dos Cisnes”, o maestro esteve exposto a 88 dB (A); os camionistas podem ficar expostos a níveis de pressão sonora de 88 dB (A) (AESST, 2005).

A exposição prolongada, a níveis de pressão sonora elevados é, geralmente, acompanhada por acufenos ou zumbidos. Constitui uma causa de incómodo para o trabalho, um obstáculo às comunicações verbais e sonoras, podendo desencadear fadiga geral e, em casos extremos, trauma auditivo e alterações fisiológicas extra-auditivas como por exemplo o aumento do *stress*, desconforto, ansiedade, impotência, hipertensão, arritmias cardíacas, contração muscular e distúrbio no sono (Guyton *et al.*, 2006; Miguel, 2014 e Suter, 2009).

Num estudo recente, levado a cabo pela Organização Mundial de Saúde (OMS), a perda auditiva foi considerada um dos dez principais problemas de saúde a nível mundial (Kang, 2013). Em 2012 foram contabilizados 360 milhões de pessoas com hipoacusia, o que representa cerca de 5,3 % da população mundial, dos quais 91% são adultos e 9% crianças. Com este estudo também foi possível apurar que um terço da população mundial, com mais de 65 anos, sofre de surdez (OMS, 2012). Na Europa, em 2010, aproximadamente 30% dos trabalhadores estiveram expostos a níveis de pressão sonora excessivos durante pelo menos um quarto do tempo de trabalho diário e 7% destes sofrem de perdas auditivas induzidas pelo ruído (MacGoris, 2010). Entre 1999 e 2001, os custos dos distúrbios auditivos provocados pela exposição ao ruído corresponderam a aproximadamente 10% dos custos totais de indemnização das doenças profissionais e o maior número de casos registados situou-se na faixa etária dos 40 aos 54 anos e dos 55 aos 60 anos (OSHA, 2009).

Segundo os dados estatísticos disponibilizados pelo Centro Nacional de Proteção contra os Riscos Profissionais (CNPRP), em 2008, a hipoacusia foi a segunda doença profissional mais diagnosticada em Portugal, representando 13,0 % do total das doenças profissionais constatadas nesse ano. De acordo com a Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho (AESST), a redução da capacidade auditiva provocada pelo ruído foi reconhecida como a doença profissional irreversível de maior prevalência (AESST, 2015). Apesar de estes indicadores serem preocupantes, a sensibilidade dos trabalhadores para a problemática das perdas auditivas tem aumentado ligeiramente. De acordo com os resultados de um inquérito europeu sobre as condições de trabalho, 7% dos trabalhadores europeus consideram que as suas atividades ocupacionais têm repercussões negativas para a sua saúde em termos de alterações da função auditiva. Os trabalhadores que afirmam estar expostos ao ruído são também aqueles que apresentam problemas de audição acrescidos (Eurogrip, 2004).

Analizados os dados compilados de vários inquéritos a nível mundial, estima-se que uma em cada dez pessoas sofra de perdas auditivas (UK. Hear it, 2001). Os mesmos estudos concluem que as pessoas com perdas auditivas são cada vez mais novas, demonstrando que a causa primária destas perdas é a exposição a ruído excessivo (Arezes e Miguel, 2002a).

Num estudo publicado por Nelson *et al.* (2005), cerca de 16 % dos casos de perdas auditivas induzidas pelo ruído (PAIR) resultam da exposição excessiva ao ruído no local de trabalho. A PAIR é a perda auditiva neurossensorial devido à exposição a um impulso intenso ou contínuo, podendo ser ocupacional e não ocupacional. Raramente é dolorosa e, geralmente, desenvolve-se ao longo de um longo período de exposição contínua ao ruído (Nelson *et al.*, 2005).

O perfil audiológico de PAIR é a presença de perda auditiva neurossensorial, sendo mais pronunciada na região de alta frequência entre 3000 Hz e 6000 Hz do audiograma. Os primeiros sinais de PAIR podem ser observados nos audiogramas nas frequências de 4000 Hz, representando uma perda da capacidade auditiva na frequência central da voz humana (Kyaw *et al.*, 2015).

Em ambiente industrial, encontram-se, permanentemente, várias máquinas a operar em simultâneo, com um movimento intensivo de dispositivos de elevação e movimentação de cargas, o que se repercute em elevados níveis de pressão sonora. A permanência diária nestes locais de trabalho ruidosos, acaba por conduzir à surdez profissional do trabalhador. É neste contexto que se enquadra a legislação portuguesa específica sobre esta matéria.

O principal instrumento legal que estabelece as prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devido ao ruído é o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, evidenciando os aspetos associados à proteção coletiva, aos equipamentos de proteção individual e à informação e formação dos trabalhadores. Almejando tornar mais seguro e saudável o ambiente de trabalho, a legislação tem como principal objetivo reunir as condições necessárias para que possa ser usada por quem de direito, como um instrumento de auxílio para a redução do risco de exposição a níveis de pressão sonora excessivos. Assim, é reduzida a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho, doenças profissionais, absentismo e diminuição do rendimento do operador.

Para reduzir a exposição ao ruído, é frequente o recurso a medidas de proteção individual, nomeadamente a utilização de protetores auditivos (Abel *et al.* 2002). Este tipo de medidas deve ser utilizado temporariamente enquanto medidas mais efetivas contra a exposição ao ruído não são implementadas. A escolha dos protetores auditivos deve ser muito bem ponderada e pensada e não baseada em considerações superficiais (Arezes e Miguel, 2002b). Deve ser sempre tido em conta que o uso de equipamento de proteção auditiva pode influenciar a capacidade de comunicação, quer com os colegas, quer na transmissão de sinais de aviso, expondo, por vezes, o colaborador a situações de perigo sem que este se aperceba. Deste modo, o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) pode levar à queda de rendimento dos colaboradores, pois podem sentir-se isolados no meio que os rodeia, levando-os a abandonar o uso da proteção auditiva. Preferencialmente, devem ser tomadas medidas que tenham como alvo o coletivo de trabalho, onde naturalmente surgem as medidas construtivas ou de engenharia, que atuam na fonte ou no meio de propagação do ruído, e as medidas organizacionais, o que na generalidade dos casos, não se verifica. Erradamente, os dispositivos de proteção individual são frequentemente utilizados como primeira medida de proteção e de uma forma permanente (Morata *et al.* 2001).

Um programa completo e eficaz de conservação da audição inclui a avaliação e monitorização do ruído ocupacional, implementação de medidas coletivas e individuais de controlo do ruído, avaliação da função auditiva dos trabalhadores, formação e consciencialização dos trabalhadores e organização e arquivo dos registos (Nelson *et al.*, 2005).

Atualmente, tem-se assistido ao aumento do número de soluções técnicas para a redução da exposição ao ruído. Se, por um lado, é verdade que se tem verificado um avanço notável no combate ao ruído, também é verdade que o mesmo não se passa com a formação dos trabalhadores e com a sensibilização para a adoção de comportamentos preventivos (Berger, 2001).

Acredita-se que a perda auditiva entre os trabalhadores é afetada por vários fatores, incluindo, entre outros, o nível de exposição sonora, a idade do trabalhador, tempo de exposição, e comportamentos relacionados com a saúde dos trabalhadores, tais como o uso de protetores auriculares, tabagismo, etc (Barriviera *et al.*, 2013; Maryam *et al.*, 2015). Contudo, devido à existência de inúmeros fatores externos que podem influenciar as perdas auditivas, por vezes não é possível estabelecer uma relação direta entre estas variáveis. Legalmente as perdas auditivas são calculadas tendo por base a exposição ocupacional ao ruído, ou seja, os níveis a que o trabalhador está exposto durante as oito horas de trabalho diário. No entanto, fora do horário de trabalho as suas atividades podem contribuir, significativamente, para o nível de exposição global diário. A OMS recomenda uma exposição média diária ao ruído não superior a 70 dB(A) para evitar problemas de audição (Beach *et al.*, 2010; Kang, 2013).

De acordo com a o Decreto-Lei nº 182/2006, existem três níveis distintos de exposição ao ruído que requerem diferentes obrigações por parte da entidade empregadora, sendo eles os valores de ação inferior (VAI) ($L_{EX,8h} = 80$ dB(A) e $L_{Cpico} = 135$ dB(C)), valores de ação superiores (VAS) ($L_{EX,8h} = 85$ dB(A) e $L_{Cpico} = 137$ dB(C)) e valores limites de exposição (VLE) ($L_{EX,8h} = 87$ dB(A) e $L_{Cpico} = 140$ dB(C)). É considerado que existe o risco de perdas auditivas a partir do momento em que a exposição do trabalhador atinge o VAI. Nestas circunstâncias, a entidade empregadora tem de formar e informar os seus colaboradores relativamente ao nível de pressão sonora a que estes estão sujeitos, fornecer e recomendar o uso de equipamento de proteção auditiva adequado, bem como realizar exames audiométricos de dois em dois anos.

Quando o VAS é igualado ou ultrapassado, é exigido ao empregador que tome medidas praticáveis para a redução da exposição ao ruído, técnicas ou de engenharia, assegure a utilização de EPI, proceda à avaliação dos riscos, no mínimo, uma vez por ano e proceda, anualmente, à realização dos exames audiométricos. Este valor acaba por se tornar preponderante para a entidade empregadora, porque estabelece a fronteira entre a recomendação e a obrigatoriedade do uso de proteção individual.

O VLE é definido com sendo o valor acima do qual nenhum colaborador pode estar exposto. Caso este valor seja ultrapassado, devem ser tomadas medidas imediatas que reduzam a exposição, identificando as causas para a respetiva ultrapassagem, de modo a evitar a ocorrência de situações idênticas.

Analisando o Decreto-Lei nº 182/2006, surgem dúvidas se as diferenças verificadas nas perdas auditivas dos trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora situados nos intervalos compreendidos entre os VAI e os VAS e entre estes e os VLE justificam a existência de medidas distintas, como por exemplo, entre a obrigatoriedade e a recomendação do uso de EPI. Os VLE, utilizados como chave para os programas de conservação da audição (PCA), serão uma barreira segura para assegurar a conservação da audição ou deveriam também ser considerados outros fatores para se proceder a uma abordagem mais completa?

Este trabalho pretende dar resposta a este paradigma através da inclusão dos valores da exposição diária efetiva de cada um dos colaboradores em estudo nos seguintes intervalos: i) inferiores ao VAI; ii) compreendidos entre o VAI e o VAS ($80 \text{ dB(A)} < L_{EX,8h} < 85 \text{ dB(A)}$ e/ou $135 \text{ dB(C)} < L_{Cpico} < 137 \text{ dB(C)}$); iii) situados entre o VAS e VLE ($85 \text{ dB(A)} \leq L_{EX,8h} \leq 87 \text{ dB(A)}$ e/ou $137 \text{ dB(C)} \leq L_{Cpico} \leq 140 \text{ dB(C)}$) e iv) superior ao VLE ($87 \text{ dB(A)} < L_{EX,8h}$ e/ou $L_{Cpico} > 140 \text{ dB(C)}$). Após esta separação por intervalos, procede-se à comparação das perdas auditivas dos colaboradores, concluindo sobre a pertinência de elaborar PCA mais abrangentes, que não se foquem exclusivamente na imposição de VLE e valores de ação consagrados na legislação.

Neste âmbito, a presente dissertação pretende estudar as perdas auditivas em ambiente industrial de trabalhadores potencialmente expostos a ruído intenso nos seus postos de trabalho, através da realização de inquéritos aos colaboradores e do cálculo das perdas auditivas a partir dos respetivos exames audiométricos. Esta análise possibilita o estudo da relação entre a variável dependente audiométrica “perda auditiva” e as variáveis independentes “nível de exposição sonora”, “idade” e “tempo de exposição” por intermédio de um modelo matemático que permita a associação das diferentes variáveis. Neste estudo, pretende-se também estudar a influência que os fatores não ocupacionais podem ter nas perdas auditivas. Será que os fatores externos terão influência suficiente nas perdas auditivas para impedir a associação das perdas auditivas ao nível de exposição ocupacional ao ruído, idade do colaborador e tempo de exposição?

A dissertação encontra-se estruturada em sete capítulos, cujos conteúdos se apresentam de seguida:

No capítulo 1 começa por se fazer uma breve introdução ao tema, onde é realçada a sua importância no campo da Segurança e Higiene Ocupacionais e fornecida a justificação necessária para o desenvolvimento do mesmo. Também é feita uma breve contextualização do tema da dissertação. Seguidamente, é colocado o problema que se pretende resolver e as respetivas hipóteses de trabalho.

O capítulo 2 diz respeito ao estado da arte, tendo sido abordados 3 aspetos. Começa-se por fazer a apresentação da empresa onde este trabalho foi desenvolvido, nomeadamente a sua caracterização e a descrição completa do processo produtivo. De seguida, é feito o enquadramento legal e normativo do tema, que consistiu na pesquisa e agrupamento de toda a legislação existente sobre o mesmo. Por último, surge o subcapítulo referente ao conhecimento científico, onde foi feita a pesquisa bibliográfica e a revisão sistemática do tema com base na metodologia *PRISMA Statement*. A pesquisa bibliográfica teve como principal objetivo a análise de publicações sobre o tema, conhecer alguns conceitos sobre o ruído e caracterizar as principais temáticas que lhe estão

associadas, tais como, a anatomia e a fisiologia da audição, os efeitos da exposição ocupacional na saúde humana e as medidas para um eficaz controlo.

No capítulo 3, onde são explanados, detalhadamente, os objetivos do trabalho e os materiais e métodos utilizados para atingir os objetivos propostos.

Posteriormente, no capítulo 4, apresentam-se os resultados obtidos, seguindo-se a discussão dos mesmos no capítulo 5.

No capítulo 6, são expostas as conclusões do trabalho bem como as recomendações para estudos futuros que venham a ser realizados no âmbito da temática desta dissertação.

Por último, segue-se o capítulo 7, onde se encontram as referências bibliográficas utilizadas durante a realização deste estudo.

2 ESTADO DA ARTE

A pesquisa bibliográfica constitui uma etapa tão exigente como imprescindível para a concretização e sucesso de qualquer trabalho de índole científica e/ou técnica, pois é nesta fase que é reunido todo o conhecimento relevante para o tema em estudo.

Neste capítulo são abordados os seguintes três aspetos: i) Apresentação da empresa; ii) Enquadramento legal e normativo e iii) Conhecimento científico.

2.1 Apresentação da empresa

A presente dissertação foi desenvolvida na Continental Mabor, Indústria de Pneus, na Direção de Segurança Industrial e Ambiente (DSIA). Esta conta, atualmente, com 20 colaboradores a tempo inteiro, onde se inclui uma equipa de serviços clínicos com 13 elementos.

Neste capítulo, é feita uma breve contextualização histórica da Continental. Após o que se segue a apresentação da estrutura organizacional da empresa e as suas áreas de negócio. Por fim, detalha-se o processo de fabrico da fábrica onde incidiu este trabalho.

2.1.1 Continental AG

A Continental AG foi fundada em 1871 como uma sociedade anónima, na cidade alemã de Hannover. Inicialmente o seu nome era Continental-Caoutchouc- und Gutta-Percha Compagnie e dedicava-se à produção de produtos suaves de borracha, tecidos emborrachados e pneus maciços para carruagens e bicicletas. Em 1898, iniciou a produção de pneus lisos (sem desenho de piso) para automóveis¹.

A partir de então, a sua estratégia organizacional passa pela aposta no desenvolvimento de uma estreita relação com a sociedade que lança a indústria automóvel, aprofundando o estudo, desenvolvimento e aplicação de técnicas, produtos e equipamentos para a melhoria de pneus. A estratégia da empresa passa por diversificar a gama de oferta de produtos para o ramo do setor automóvel a partir do desenvolvimento de novas tecnologias, o que a torna líder e polivalente no setor. Apesar de inicialmente a empresa só se dedicar à produção de pneus, atualmente esta representa apenas cerca de 30% da faturação da empresa. O núcleo de negócios está assente em cinco áreas: Chassis e Segurança, *Powertrain*, Interior, Pneus e *ContiTech*. Na Figura 1 apresentam-se os produtos que são produzidos em cada uma das áreas¹.

¹ http://www.continental-corporation.com/www/portal_com_en/ (acedido em 26-01-2016)

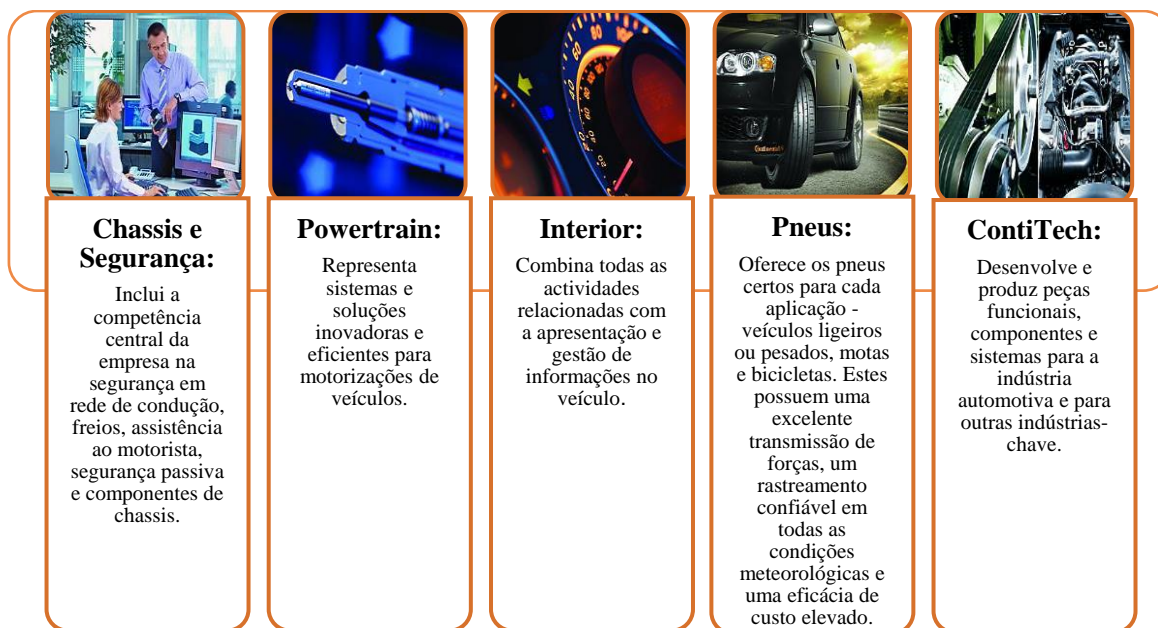


Figura 1 – Áreas de negócio da Continental AG (Fonte: Continental AG, 2015)

Com sede em Hannover, a Continental AG é uma multinacional reconhecida e conta com a colaboração de, aproximadamente, 178.000 trabalhadores, espalhados por 49 países. Atualmente, é o primeiro produtor de pneus na Alemanha, o segundo a nível europeu e o quarto a nível mundial. Um em quatro veículos produzidos na Europa está equipado com pneus Continental¹.

2.1.2 Continental Mabor-Indústria de Pneus, S.A.

A Continental Mabor nasceu em dezembro de 1989, como resultado de uma “*joint venture*” entre a Continental AG, de Hannover, a maior produtora de artigos de borracha da Alemanha, e o quarto maior fabricante de pneus no mundo, que passou a deter 60% do capital da empresa e a Mabor-Manufatura Nacional de Borracha, S.A, produtora de pneus em Portugal desde 1946 com assistência técnica da General Tire, a sua associada americana (Continental Mabor, 2015).



Figura 2 - Antigas instalações da Mabor (à esquerda) e a fábrica atual (à direita) (Continental Mabor, 2015)

Em julho de 1990, iniciou-se o grande programa de reestruturação que transformou as antigas e ultrapassadas instalações da Mabor numa das mais modernas das então 21 unidades da Continental. Demorou cinco anos a ser concluído e constituiu, até à data, um amplo e grandioso projeto de 144 milhões de euros, representando um dos maiores investimentos estrangeiros em Portugal. A capacidade produtiva foi redimensionada por força da instalação de equipamento sofisticado e eficiente. Com este investimento, assistiu-se à racionalização da produção, à introdução de novas tecnologias e de novos métodos e processos, à modificação do *layout* primitivo e, por intermédio de um programa rígido de formação intensa, atingiu-se a expectável mudança de mentalidades. Estas medidas proporcionaram a passagem da produção de 5.000 pneus por dia, em 1990, para 26.000 pneus por dia, em 1996 (Continental Mabor, 2015).

Em novembro de 1993, com a aquisição do total do capital da empresa, a Continental Mabor passou a pertencer, a 100%, ao grupo alemão Continental AG (Continental Mabor, 2015).

Entre 1996 e 2000 implementou-se mais um projeto de expansão onde foram investidos cerca de 90 milhões de euros, que permitiram a passagem da produção de 26.000 pneus por dia para 33.000 pneus por dia em 2000 (Continental Mabor, 2015).

Entre 2000 e 2003 foi desenvolvido um novo projeto de expansão que permitiu à Continental Mabor passar a produzir cerca de 42.000 pneus por dia (Continental Mabor, 2015).

Desde 2003 até à presente data ocorreram várias alterações estruturais associadas a projetos de expansão, cujo último *layout* aponta para a capacidade instalada de 52.000 pneus por dia. Atualmente, é considerada uma das fábricas da Continental com melhores índices de produtividade. Produzindo, inicialmente, apenas pneus da marca Mabor, a gama da Empresa é, atualmente, muito variada quer em medidas, quer em tipos, quer em marcas. Alguns dos exemplos presentes no portfólio da empresa são os pneus destinados a SUV's (Sport Utility Vehicles), os pneus UUHP (*Ultra Ultra High Performance*) ou os pneus "spare", comumente denominados por pneus suplentes. Mais de 98% desta produção destina-se à exportação. O designado "mercado de substituição" absorve mais de metade (61%) da produção anual da Continental Mabor e o "mercado de origem" absorve os restantes 39% que são distribuídos pelas linhas de montagem dos mais prestigiados construtores da indústria automóvel (Continental Mabor, 2015).

Atualmente, a Continental Mabor tem uma superfície total de 249.733 m². Contando com aproximadamente 1.800 colaboradores, a empresa funciona com 5 turnos – 3 turnos à semana e 2 ao fim-de-semana (com rotatividade semanal entre si) – durante os 7 dias da semana e 24h por dia (Continental Mabor, 2015).



Figura 3 - Atuais instalações da Continental Mabor (Continental Mabor, 2015).

Importa por último frisar que, para além da Continental Mabor, o grupo alemão controla outras cinco unidades: a Indústria Têxtil do Ave (ITA - produz as telas têxteis que são usadas na confeção de um pneu) a Continental Pneus (unidade de comercialização de produtos da marca), a Continental Lemmerz (monta rodas para a Autoeuropa), a Continental Tevês (também fornecedora da unidade de Palmela) e a Benoac (Continental Mabor, 2015).

2.1.3 Caracterização do Processo Produtivo

A política da empresa é estabelecida ao mais alto nível pelo conselho da Administração, por escrito, e tem por base a visão e os valores da empresa e os valores do Grupo, incluindo os compromissos no sentido de uma melhoria contínua, no controlo e eliminação de riscos, na preservação da saúde de todos os colaboradores, na prevenção da poluição, na conservação dos recursos naturais e no cumprimento de toda a legislação e regulamentação aplicáveis à empresa (Continental Mabor, 2015).

É fundamental compreender o funcionamento e a organização da empresa, pois só assim é possível identificar corretamente os locais de trabalho que devem ser avaliados e garantir que a coexistência das metodologias existentes no estado de arte seja a mais harmoniosa e convergente possível com a especificidade dos processos produtivos presentes. Assim, esta etapa torna-se extremamente importante para o correto desenvolvimento do tema.

Com esta secção não se pretende descrever exaustivamente o processo produtivo, mas sim transmitir uma ideia geral das principais fases do mesmo.

Como qualquer processo de fabrico de um produto de alta tecnologia, a produção dos pneus apresenta uma complexidade, variedade e especificidade de processos elevada, características essas que são acompanhadas por tecnologias vanguardistas e pelas melhores técnicas disponíveis existentes na indústria a nível internacional, tal como referencia a política da empresa. Todavia, e de forma concisa e simplificada, poder-se-á admitir que o processo de fabrico do pneu Continental compreende cinco fases asseguradas por um mesmo número de departamentos. Seguidamente são

explicadas, individualmente cada uma dessas etapas, que se encontram organizadas por ordem processual.

Departamento I – Misturação

O processo produtivo inicia-se com a Misturação, etapa onde se dá o início do processo produtivo na Continental Mabor. É nesta etapa onde se procede à mistura de todas as matérias-primas (borrachas de origem natural e sintética, pigmentos, sílica, negro de fumo, óleo mineral entre outros), produzindo compostos de borracha não vulcanizada, com formulações já existentes, de acordo com a aplicação final a que se destinam. Os compostos são selecionados e pesados em sistemas de pesagem automáticos e semiautomáticos (sendo este último caso aplicável a compostos de menor consumo e com recurso a operadores) e são inseridos nos “masters”² (à exceção dos agentes de vulcanização) onde são misturados a uma temperatura e com ciclos de duração bem definidos. O produto, com aparência de uma pasta, é então reintroduzido nas misturadoras “finais”³ onde são depois acrescentados os agentes de vulcanização. Importa referir que esta operação decorre a baixas temperaturas para evitar o sobreaquecimento do composto de borracha.



Figura 4 - Área da misturação (Continental Mabor, 2015).

Departamento II – Preparação

A Preparação compreende a utilização do composto de borracha anteriormente produzido, só ou com outros materiais, para o fabrico dos vários componentes que constituem um pneu. Assim, por extrusão e calandragem do composto, são produzidos os pisos, as paredes e as camadas estanques do pneu. Os talões são fabricados por aplicação de uma cunha de composto ao núcleo do talão (um aro de arame e pasta de borracha). No fabrico das telas têxteis, o composto é aplicado no tecido, procedendo-se, depois, ao seu corte em máquinas apropriadas. Finalmente, no fabrico das telas metálicas, o



Figura 5 - Área da Preparação.
(Continental Mabor, 2015)

² Misturadoras utilizadas na produção da borracha intermédia.

³ Misturadoras utilizadas na produção da borracha final

composto, devidamente calandrado, é aplicado no tecido metálico construído a partir de corda metálica, procedendo-se, depois, ao seu corte nas dimensões adequadas.

Departamento III – Construção

Na Construção todos os produtos fabricados nas etapas anteriores são montados num dos 40 módulos de construção (KM + PU), ficando pronto o “pneu em cru” ou “pneu em verde”. Procede-se à construção do pneu em duas fases sendo que, na primeira fase, se realiza a montagem das telas têxteis, talões, paredes e camada estanque do pneu, com o auxílio das máquinas KM. A segunda fase corresponde à adição do piso, cintas têxteis e telas metálicas (*breakers*) com os elementos unidos na primeira fase, procedendo-se assim, à expansão do pneu na sua forma final, com o auxílio das máquinas PU.



Figura 6 - Área da construção (Continental Mabor, 2015).

Departamento IV – Vulcanização

Os pneus em verde deixam os módulos de construção através de transportadores de tela automáticos (GTC) e são levados às cabinas de pintura onde são lubrificados interiormente para alongar a vida de um dos componentes das prensas de vulcanização (diafragmas). Os pneus são depois levados em carros para as prensas, onde o pneu é submetido a um ciclo de vulcanização em prensas de vapor, a elevadas temperaturas e num tempo de prensagem definido (sensivelmente 175°C, durante 10 minutos), onde o processo de moldagem por compressão dá o aspeto final ao pneu.



Figura 7 - Área da vulcanização (Continental Mabor, 2015).

Departamento V – Inspeção Final

A Inspeção Final é a última etapa do processo produtivo, na qual se avalia a qualidade do produto final. Os pneus, após vulcanização, seguem, através de transportadores automáticos, para este departamento onde todos são sujeitos a uma avaliação da qualidade do produto acabado. Este processo desenvolve-se em duas



Figura 8 - Área da Inspeção Final (Continental Mabor, 2015).

fases, em que a primeira se caracteriza por uma inspeção visual (para deteção de falhas de aparência), enquanto que a segunda recorre a meios mecânicos automatizados (vários testes de uniformidade e balanceamento). Após a aprovação na inspeção visual, os pneus Continental são armazenados conforme os tamanhos, marcas e dimensões em paletes metálicas e são transferidos para o armazém de produto acabado através de um transportador, ficando a aguardar a sua expedição para os diversos mercados.

ContiSeal

Esta última etapa surge como complemento do processo produtivo descrito, apesar de só alguns pneus de gama alta passarem por esta última fase. O processo desenvolve-se num edifício independente, numa atividade produtiva designada por ContiSeal. Esta designação corresponde à designação do pneu ao qual é aplicada uma substância polimerizada, na sua parte interior sobre a camada estanque, numa área correspondente à superfície externa de rolagem do pneu em estrada. Esta possui capacidade expansiva suficiente para obstruir orifícios provocados ao nível do piso por objetos perfurantes até 5 mm de diâmetro.

O processo de transformação de um pneu normal em pneu *ContiSeal* corresponde a uma fase de reprocessamento entre a sua classificação como produto acabado e a entrega ao cliente final. Ou seja, todo o pneu que é destinado a transformar-se em pneu *ContiSeal* satisfaz todos os requisitos exigidos para a sua normal comercialização. Após a aplicação do selante, o pneu *ContiSeal* é submetido novamente a inspeção a fim de acautelar que este processo adicional não tem qualquer impacto negativo na classificação conferida ao pneu, obtida quando da conclusão do processo de manufatura.

Nesta mesma unidade, além do processo ContiSeal, também é aplicado o Silent ao pneu, num processo designado por ContiSilent. Este processo é uma tecnologia desenvolvida pela Continental que permite reduzir o ruído no interior do pneu em todas as superfícies de estrada provocado pelo pneu. O processo consiste na ligação com um adesivo de espuma de poliuretano na superfície interior da área da banda de rodagem do pneu. Com aplicação desta tecnologia, o ruído do interior do veículo pode ser reduzido até 9 dB (A).

2.2 Enquadramento Legal e Normativo

Os instrumentos legais existentes a nível europeu, que abordam a temática da exposição ocupacional ao ruído, são bastante vastos. Na Tabela 1 encontra-se um resumo da legislação que diz respeito a exposição ocupacional ao ruído.

Tabela 1- Resumo da legislação europeia existente sobre ruído ocupacional.

Instrumento legal / Norma	Descrição
Decreto-Lei nº182/2006, de 6 de setembro	Estabelece as prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devido ao ruído.
Portaria nº53/71, de 3 de fevereiro alterada pela Portaria nº 702/80, de 22 de setembro	Aprova o regulamento geral de segurança e higiene do trabalho nos estabelecimentos industriais.
Decreto-Lei nº 348/93, de 1 de outubro Portaria nº 988/93, de 6 de outubro	Define as prescrições mínimas de segurança e de saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de proteção individual.
Decreto-Lei nº 352/2007, de 23 de outubro	Apresenta a tabela nacional de incapacidades por acidentes de trabalho e doenças profissionais.
ISO 1999:2013	Estima a perda auditiva induzida pelo ruído.
NP 1733:1981	Fixa uma técnica de caracterização da exposição ao ruído, durante o exercício de uma atividade profissional, e de avaliação, através desta, do risco de perda de audição para a conversação.

2.2.1 Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro

Em 2003, foi aprovada a Diretiva nº 2003/10/CE, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído, que teria que ser transposta para direito interno até dia 15 de fevereiro de 2006. Porém, só no dia 6 de setembro de 2006 é que a sua transposição foi formalizada com o Decreto-Lei nº 182/2006 que entrou em vigor em 6 de outubro de 2006.

O Decreto-Lei nº 182/2006, veio substituir o desatualizado Decreto-Lei nº 72/92 que até então regulava a proteção dos trabalhadores face ao ruído ocupacional. As principais alterações em relação ao diploma anterior prendem-se com a alteração dos valores limite de exposição ocupacional e com a alteração da designação do parâmetro LEP,d para $LEX,8h$.

Trata-se de um diploma nuclear que regula a exposição dos trabalhadores ao ruído ocupacional e, também, universal, sendo aplicável em todas as áreas do setor privado, cooperativo e social, da administração pública central, regional e local, dos institutos públicos e das demais pessoas coletivas de direito público, bem como a trabalhadores por conta própria.

Os principais aspetos abordados pelo presente diploma são: i) valores limite de exposição e de ação, ii) metodologias a adotar no cálculo da exposição dos trabalhadores ao ruído, iii) metodologias de avaliação de riscos, iv) medidas para a redução da exposição e proteção individual dos trabalhadores, v) formação, informação e consulta dos trabalhadores, vi) planos de vigilância da saúde dos trabalhadores e vii) registo, arquivo e conservação dos documentos.

De acordo com o Decreto-Lei nº 182/2006 e com a norma ISO 1999:2013, o cálculo da exposição diária ao ruído ($L_{EX,8h}$), ponderado A, calculado para um dia normal de 8 h de trabalho (T_0), abrangendo todos os ruídos presentes no local de trabalho, incluindo o ruído impulsivo expresso em dB(A), é dado pela Equação 1.

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10\log\left(\frac{T_e}{T_0}\right) \quad (1)$$

Em que,

$L_{EX,8h}$ – Nível sonoro contínuo equivalente, calculado para um período normal de 8 horas de trabalho;

$L_{Aeq,Te}$ – Nível sonoro contínuo equivalente, calculado através da expressão 6, para o T_e ;

T_e – Duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho;

T_0 – Duração de referência de oito horas (28800 segundos).

O cálculo do $L_{Aeq,Te}$ é feito através da Equação 2.

$$L_{Aeq,Te} = 10\log\left\{\frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \frac{[p_A(t)]^2}{(p_0)^2} dt\right\} \quad (2)$$

Em que,

$L_{Aeq,Te}$ – Nível sonoro contínuo equivalente;

T_e – Duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho;

$p_A(t)$ – Pressão sonora instantânea ponderada A, expressa em pascal (Pa), a que está exposto um trabalhador;

p_0 – Pressão de referência $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa.

Caso se pretenda calcular a exposição média semanal ao ruído ($\bar{L}_{EX,8h}$), a média dos valores de exposição diários, com um período de referência de 40 horas é obtida a partir da Equação 3.

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10\log\left(\frac{1}{5} \sum_{K=1}^{K=m} 10^{(0,1 \times L_{EX,8h})_K}\right) \quad (3)$$

Em que,

$\bar{L}_{EX,8h}$ - Média de exposição dos valores diários, com um período de referência de 40 horas;

$L_{EX,8h,k}$ – Valores de $L_{EX,8h}$ para cada um dos m dias da semana considerada.

Existem diferentes metodologias para o cálculo da atenuação proporcionada pelos protetores auditivos, dos quais se destacam: i) método de banda de oitava; ii) método *Single Number Rating* (SNR); iii) método *Noise Reduction Rating* (NRR) e iv) método *High, Middle e Low Rating* (HML).

Segundo o presente Decreto-Lei nº 182/2006, o cálculo da exposição diária ao ruído tendo em conta a atenuação proporcionada pelos protetores auditivos ($L_{EX,8h,efect}$), expressa em dB(A), é feito através do método de banda de oitava, pois é considerado o método mais detalhado, fiável e preciso. Resulta da soma logarítmica do nível sonoro contínuo equivalente para cada ruído k , a que fica exposto o trabalhador equipado com protetores auditivos, ponderado para o tempo de exposição T_k e pelo período de referência de 8 horas. A Equação 4 indica a expressão utilizada para o cálculo do $L_{EX,8h,efect}$.

$$L_{EX,8h,efect} = 10 \log \left(\frac{1}{8} \sum_{k=1}^{K=n} T_k \times 10^{0,1 \times L_{Aeq,Tk,efect}} \right) \quad (4)$$

Em que,

$L_{EX,8h,efect}$ - Exposição diária ao ruído tendo em conta a atenuação proporcionada pelos protetores auditivos;

$L_{Aeq,Tk,efect}$ – Nível sonoro contínuo equivalente a que fica exposto o trabalhador equipado com protetores auditivos;

T_k – Tempo de exposição ao ruído k .

Inicialmente, é medido o nível de pressão sonora contínuo equivalente do ruído k , ponderado A , em cada banda de oitava ($L_{Aeq,f,Tkn}$) a que cada trabalhador está exposto durante T_k horas por dia. O cálculo da atenuação provocada pelos protetores de ouvidos para cada banda de oitava ($L_{63}, L_{125}, \dots L_{8000}$) é feito a partir da Equação 5

$$L_n = L_{Aeq,f,TKn} + 2 \times s_f - M_f \quad (5)$$

Em que,

L_n – Atenuação provocada pelo protetor de ouvido para cada banda de oitava de 63 a 8000 Hz;

$L_{Aeq,f,Tkn}$ – Nível sonoro contínuo equivalente em cada banda de oitava ($=L+\Delta A$);

ΔA – Ponderação para a conversão para dB (A);

s – Desvio padrão (dB);

M – Valor médio da atenuação do protetor dado pelo fabricante (dB).

Com a atenuação provocada pelo protetor de ouvido para cada banda de oitava de 63 a 8000 Hz; é calculado o nível sonoro contínuo equivalente para cada ruído k a que fica exposto o trabalhador equipado com protetores auditivos ($L_{Aeq,Tk,efect}$), a partir da Equação 6.

$$L_{Aeq,Tk,efect} = 10 \times \log \sum_{n=1}^8 10^{\frac{Ln}{10}} \quad (6)$$

Em que,

$L_{Aeq,Tk,efect}$ – Nível sonoro contínuo equivalente a que fica exposto o trabalhador equipado com protetores auditivos;

Ln – Atenuação provocada pelo protetor de ouvido para cada banda de oitava dos 63 ao 8000 Hz.

O nível de pressão sonora de pico (L_{Cpico}) é o valor máximo da pressão sonora instantânea, ponderado C, expresso em dB (C), sendo calculado através da Equação 7.

$$L_{Cpico} = 10 \log \left(\frac{p_{Cpico}}{p_0} \right)^2 \quad (7)$$

Em que,

L_{Cpico} – Nível de pressão sonora de pico;

p_{Cpico} – Valor máximo da pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto, ponderado C, expresso em pascal;

p_0 – Pressão sonora de referência ($p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa).

Para efeitos da aplicação do presente Decreto-Lei, os VLE, VAI e os VAS, no que se refere à exposição pessoal diária ($L_{EX,8h}$) de um trabalhador e ao nível da pressão sonora de pico (L_{Cpico}) são fixados a partir da Tabela 2, onde também é feito um pequeno resumo das exigências legais a nível da utilização de protetores auditivos, avaliação do risco, medidas para a redução da exposição e também vigilância médica.

Tabela 2 – Valores de ação e valores limites de exposição de acordo com o Decreto-Lei nº182/2006, de 6 de setembro (Mendes, 2011)

	L_{ex,8h} dB(A)	L_{c,pico} dB(C)	Obrigações do empregador	Observações
Valores de ação inferiores	80	135	<ul style="list-style-type: none"> Colocar à disposição dos trabalhadores protetores auditivos individuais adequados; Realizar exames audiométricos de 2 em 2 anos. 	-
Valores de ação superiores	85	137	<ul style="list-style-type: none"> Assegurar a utilização, pelos trabalhadores, de protetores auditivos individuais e adequados; Estabelecer e aplicar um programa de medidas técnicas ou organizacionais de forma a reduzir os riscos para os trabalhadores; Verificação anual da função auditiva e a realização de exames audiométricos; Avaliação de riscos realizada no mínimo 1 vez por ano. 	Na determinação da exposição do trabalhador ao ruído não são tidos em conta os efeitos decorrentes da utilização de protetores auditivos.
Valores limite de exposição	87	140	<ul style="list-style-type: none"> Tomar medidas imediatas que reduzam a exposição de modo a não exceder os valores limite de exposição; Identificar as causas da ultrapassagem dos valores limite; Corrigir as medidas de proteção e prevenção de modo a evitar a ocorrência de situações idênticas. 	Na determinação da exposição efetiva do trabalhador é tida em conta a atenuação do ruído proporcionada pelos protetores auditivos.

2.2.2 Portaria nº 53/71, de 3 de fevereiro

A Portaria nº 53/71, aprova o regulamento geral de segurança e higiene do trabalho nos estabelecimentos industriais, alterado pela Portaria nº 702/80. É um diploma setorial, que tem como objetivo assegurar as questões de higiene e segurança do setor industrial. Os aspetos relacionados com o ruído são abordados na secção IV (ruído e vibrações) através dos artigos 26º e 27º. A Tabela 3 representa o conteúdo dos referidos artigos.

Tabela 3 – Artigos 26º e 27º da portaria nº 702/80, de 22 de setembro

Artigo	Descrição
Artigo 26º - Ruído e vibrações	<ul style="list-style-type: none"> Nos locais de trabalho devem eliminar-se ou reduzir-se os ruídos e vibrações prejudiciais ou incómodos; Os critérios de avaliação do risco de trauma auditivo por exposição ao ruído, bem como o de avaliação do risco devido à exposição a vibrações, devem ser os previstos em normas portuguesas específicas.
Artigo 27º - Medidas de prevenção e proteção	<ul style="list-style-type: none"> Nas situações em que existam riscos devidos ao ruído e às vibrações devem os mesmos ser eliminados ou reduzidos através de medidas técnicas adequadas e/ou pela adoção de medidas complementares de organização do trabalho. Quando estas medidas não reduzirem o ruído e as vibrações até aos limites recomendados, o empregador deve colocar à disposição dos trabalhadores equipamentos de proteção individual.

Como é possível aferir a partir da análise da Tabela 3, apesar de existir um desfasamento temporal de 26 anos entre os dois diplomas legais, o regulamento geral de segurança e higiene do trabalho nos estabelecimentos industriais é concordante com o Decreto-Lei nº182/2006, pois no plano das medidas de prevenção e proteção contra o ruído é dada prioridade às medidas que protejam o coletivo de trabalho, podendo ser construtivas, de redução de ruído na fonte e no meio de propagação ou organizacionais. Caso estas medidas não sejam suficientes para reduzir os níveis sonoros para valores que se encontrem dentro dos limites estipulados legalmente, devem ser aplicadas medidas de proteção individual.

Estas medidas traduzem, a transversalidade dos princípios gerais de promoção da segurança e saúde no trabalho, estabelecidos na Lei nº 3/2014. Por sua vez, o direito à higiene e segurança no trabalho não poderia deixar de estar salvaguardado no Código do Trabalho, através dos artigos 281º (Princípios gerais em matéria de segurança e saúde no trabalho), 282º (Informação, consulta e formação dos trabalhadores), 283º (Acidentes de trabalho e doenças profissionais) e 284º (Regulamentação da prevenção e reparação) da Lei nº7/2009.

2.2.3 Decreto-Lei nº 348/93, de 1 de outubro

O Decreto-Lei nº 348/93, tem como principal objetivo estabelecer as prescrições mínimas de segurança e de saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de proteção individual. A Portaria nº 988/93, surge no seguimento do artigo 7º do Decreto-Lei nº 348/93, ao afirmar que a descrição técnica dos EPI, bem como das atividades e setores de atividade para os quais são necessários, é objeto de portaria, cabendo à Portaria nº988/93 a caracterização dessas disposições.

2.2.4 Decreto-Lei nº 352/2007, de 23 de outubro

O Decreto-Lei nº 352/2007, aprova a tabela nacional de incapacidades por acidentes de trabalho e doenças profissionais e a tabela nacional para avaliação de incapacidades permanentes em direito civil, a partir do qual é calculada a incapacidade do sinistrado ou doente no âmbito do direito do trabalho e a incapacidade permanente do lesado no domínio do direito civil. No que concerne à otorrinolaringologia, destacam-se os seguintes aspetos:

- A surdez profissional é um conceito médico-legal, e não apenas clínico;
- As referências subjetivas, tais como ruído ambiente, ambiente ruidoso, poluição sonora e outras equivalentes, são irrelevantes para caracterizar o ruído como traumático para a cóclea; estas referências só dão a noção de incómodo;
- As referências a ambiente e local de trabalho só são relevantes para efeitos de prevenção.
- Para avaliar, de forma efetiva, a ação do ruído sobre a cóclea, do ponto de vista lesivo, interessa caracterizá-lo como sonotraumático. O ruído do posto de trabalho só é sonotraumático a partir de $L_{Aeq} = 87$ dB;
- Os silêncios ou locais com ruído com nível não traumático permitem a recuperação da audição, sem lesão da cóclea. Nestes casos trata-se de fadiga auditiva, que é reversível sem

sequelas. Por isso a pressão sonora destes locais deve entrar no cálculo do L_{Aeq} quando o posto de trabalho for móvel, para efeitos de reparação;

- A ausência do estudo do ruído nos postos de trabalho e a ausência de medidas de prevenção nos locais e ambientes de trabalho responsabilizam os empregadores por quaisquer danos para os trabalhadores. O não uso de protetores auriculares pelo trabalhador, quando fornecidos pelo empregador, é considerado uma atitude dolosa do trabalhador;
- O chamado escotoma, vale ou entalhe centrado nos 4000 Hz, no traçado audiométrico, como dado isolado, não permite o diagnóstico de trauma sonoro, por não ser patognomónico (sinal próprio e característico da doença). Este acidente do traçado pode ocorrer noutras situações que nada têm a ver com o ruído;
- O diagnóstico de surdez profissional deve basear-se sempre em três fatores:
 - Tempo mínimo de exposição;
 - Ruído com características sonotraumáticas;
 - Imagem de lesão no traçado audiométrico.
- O processo clínico (para efeitos de reparação) deve ter, como mínimo, as seguintes peças:
 - Inquérito profissional;
 - Estudo do L_{Aeq} do posto de trabalho;
 - História clínica, incluindo o passado otítico e outros correlacionados;
 - Audiograma tonal (Condução aérea e condução ossea) e timpanograma.
- Ao L_{Aeq} do posto de trabalho deve ser subtraído o coeficiente de atenuação do protetor auricular, efetivamente usado pelo trabalhador, para ser obtido o valor verdadeiro da pressão sonora que atinge ou atingiu a cóclea do trabalhador;
- As lesões, principalmente ao nível do ouvido médio, ou as suas complicações ao nível do ouvido interno por deslocações bruscas de ar ou por grandes alterações da pressão atmosférica, são irrelevantes para efeitos de caracterizar a surdez como profissional;
- Nos traçados audiométricos:
 - O simples escotoma centrado nos 4000 Hz não permite o diagnóstico de surdez profissional;
 - O teste de Rinne fechado ou quase fechado não traduz lesão coclear pelo ruído;
 - A simples inclinação do traçado audiométrico sobre as altas frequências não traduz surdez profissional, antes *senescência* (envelhecimento) da cóclea ou lesão de outra origem e, só por si, nunca permite o diagnóstico de surdez profissional;
- Existe nexo de causalidade quando estão reunidos e bem caracterizados:
 - O tempo mínimo de exposição efetiva ao ruído;
 - A característica sonotraumática desse mesmo ruído no posto de trabalho;
 - Só neste caso o escotoma de 4000 Hz, no traçado audiométrico, pode impor o diagnóstico de surdez profissional, se outra causa não for identificada;
- Hipoacusia:
 - As perdas médias ponderadas devem ser calculadas sobre as frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz. A perda média é a média aritmética ponderada das perdas observadas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz, sendo os coeficientes de ponderação, respetivamente, 2, 4, 3 e 1;
 - O direito à indemnização ou reparação ocorre a partir de 35 dB de perdas médias ponderadas no melhor ouvido;

- Acufenos:
 - Os acufenos não estão sistematicamente ligados a uma perda auditiva, e a sua intensidade não depende da importância da perda auditiva;
 - Não há testes que permitam objetivar este distúrbio. O perito pode, todavia, recorrer a uma acufenometria subjetiva ou a testes de reconhecimento valor;
 - Os acufenos isolados ou sem hipoacusia indemnizável, mas com história de sonotraumatismo ou acidente devem ser também valorizados e, portanto, indemnizáveis;
 - Os acufenos desde que previsivelmente associados à perda auditiva devem ser adicionados aritmeticamente à incapacidade atribuída com base na hipoacusia;
- Vertigens:
 - As vertigens não fazem parte do quadro clínico da surdez profissional e por isso, neste caso, não dão origem a incapacidade indemnizável;
 - As situações vertiginosas podem necessitar de objetivação mediante realização de exames eletrofisiológicos.

2.2.5 Norma ISO 1999:2013

A Norma ISO 1999:2013 especifica um método para calcular a perda auditiva permanente induzida pelo ruído nas populações livres de deficiências auditivas. Fornece a base para o cálculo da perda auditiva segundo diversas fórmulas, quando os níveis limiares de audição em frequências audiométricas comumente medidas, ou combinações de tais frequências, excedam um determinado valor. Representa, em termos estatísticos a relação entre a exposição ao ruído, a correspondente perda auditiva permanente e a idade das pessoas. Esta terceira edição da norma revoga a segunda edição (ISO 1999:1990), a qual constitui uma revisão menor.

A presente norma pode ser aplicada para o cálculo do risco de perda de audição devida à exposição ocupacional ao ruído regular ou devida a qualquer exposição ao ruído repetido diariamente. Em alguns países, a perda auditiva causada por exposição ocupacional ao ruído pode ter consequências jurídicas no que respeita à responsabilidade e reparação. O limiar auditivo para as várias frequências, a partir do qual a perda auditiva é considerada, depende não só da perda auditiva em si, mas também, frequentemente, das definições jurídicas e interpretações baseadas em considerações sociais e económicas. Além disso, a definição de uma deficiência auditiva depende da qualidade do discurso desejado, do nível sonoro médio de fundo, e no que diz respeito à importância relativa das diferentes frequências da língua. Por conseguinte, ao contrário da sua primeira edição, esta norma não estipula uma fórmula específica para avaliação do risco de lesão, mas especifica métodos uniformes para a previsão de perda auditiva, que podem ser utilizados para a avaliação da perda auditiva de acordo com as fórmulas estipuladas para um país específico. Os resultados obtidos também podem ser utilizados para estimar os efeitos permanentes de ruído na percepção de sinais acústicos quotidianos, a valorização da música, ou o efeito de uma frequência específica, não necessariamente estipulada pelas fórmulas de cálculo.

Uma vez que a perda auditiva induzida por ruído não é apenas o resultado da exposição ocupacional ao ruído, pode ser importante ter em consideração a exposição não-ocupacional. Só nos casos em que a exposição não ocupacional ao ruído for insignificante, em comparação com a

exposição ocupacional, é que a perda auditiva é calculada exclusivamente devido à exposição ao ruído ocupacional. Caso contrário, a presente norma deve ser usada para calcular a perda auditiva resultante da exposição ao ruído total combinado diário. A contribuição da exposição ocupacional ao ruído para a perda auditiva total pode então ser estimada, se desejado.

A definição da exposição máxima ao ruído tolerável ou admissível e as medidas de proteção, bem como a seleção de fórmulas específicas para fins de avaliação do risco de deficiência ou de reparação, requerem uma consideração de fatores éticos, sociais, económicos e políticos não passíveis de padronização internacional. Contudo, os diferentes países diferem na interpretação desses fatores, e, portanto, são considerados fora do âmbito desta norma.

2.2.6 Norma NP 1733:1981

A presente norma relaciona o ruído em causa, expresso em nível sonoro contínuo equivalente, com a percentagem de trabalhadores cuja perda de audição para a conversação se manifestará exclusivamente como consequência da exposição ao ruído, durante a atividade normal, até períodos de 45 anos. Estipula uma técnica de caracterização da exposição ao ruído durante o exercício da atividade profissional e de avaliação, através desta, do risco de perda de audição para a conversação. Na Tabela 4 é possível observar o risco de perda de audição, devida exclusivamente ao ruído, em função dos anos de exposição.

Tabela 4 - Risco de perda de audição, em função dos anos de exposição (segunda a norma NP 1733:1981)

Nível Sonoro Contínuo Equivalente (dB(A))	Anos de Exposição									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	1	3	5	6	7	8	9	10	7
90	0	4	10	14	16	16	18	20	21	15
95	0	7	17	24	28	29	34	32	29	23
100	0	12	29	37	42	43	44	44	41	33
105	0	18	42	53	58	60	62	61	54	41
110	0	26	55	71	78	78	77	72	62	45
115	0	36	71	83	87	84	81	75	64	47

2.3 Conhecimento Científico

Utilizou-se a metodologia de revisão sistemática *PRISMA Statement*⁴ com o intuito de obter uma pesquisa bibliográfica completa, que garanta a reprodutibilidade, rastreabilidade, espelhe o atual estado de desenvolvimento da temática em estudo “perdas auditivas em ambiente industrial” e que

⁴ <http://www.prisma-statement.org/> (acedido em 13/01/2016)

suporte todo o conhecimento científico necessário para a prossecução dos seus objetivos e das metodologias a desenvolver. Em função do âmbito do trabalho, inicialmente foram definidas palavras-chave (*occupational noise* e *hearing loss*) e posteriormente foi realizada a pesquisa recorrendo a bases de dados (*Science Direct*, *Pubmed*, *Academic Search Complete*, *Web of Science* e *Compendex*). Inicialmente foram encontrados 6244 artigos, dos quais foram excluídos automaticamente os artigos que apresentavam os seguintes critérios básicos de exclusão: i) artigos sem autor identificado; ii) artigos com data anterior a 2006; iii) artigos repetidos e iv) artigos fora do tema em análise. Seguidamente foi feita uma seleção mais rigorosa através da análise dos resumos, o que permitiu excluir artigos cujos objetivos eram divergentes do trabalho em curso e/ou a metodologia era desadequada ou não aplicável. Posteriormente, foram encontradas novas palavras chave (*industrial noise induced hearing loss*, *Portuguese Industry hearing loss*, *noise-induced deafness*) nos artigos encontrados e foi feita uma nova pesquisa, cruzando as novas palavras-chave com as anteriores, da qual resultaram 74 artigos. Por último foram definidos critérios de inclusão (estudos relativos à indústria e com recurso a audiometrias e inquéritos) e as variáveis em análise (variável dependente “perda auditiva” e variável independente “nível sonoro”, “idade”, “tempo de exposição” e “uso de proteção auditiva”). Após a seleção dos documentos considerados relevantes para o trabalho, foram obtidos 10 artigos.

Paralelamente à revisão sistemática sobre a temática em estudo, foram consultados documentos e livros de referência sobre o assunto já conhecidos, organizações oficiais portuguesas e estrangeiras e metodologias, contribuindo desta forma para aumentar a consistência e a riqueza científica da pesquisa. Embora não tenha sido estabelecido nenhum critério para limitar a língua em que os estudos foram publicados, todos os estudos encontrados estavam escritos em inglês ou português.

2.3.1 Perdas Auditivas – Revisão Sistemática

Com base na pesquisa bibliográfica efetuada, foi encontrado um vasto número de estudos que abordam as perdas auditivas em diversos ambientes laborais. Importa salientar que não foram encontrados estudos sobre as perdas auditivas na indústria portuguesa.

Em ambiente industrial, têm sido realizados vários estudos, com recurso a exames audiométricos e inquéritos aos trabalhadores para determinar os efeitos do ruído nas perdas auditivas. Contudo, muitos desses estudos apresentam algumas limitações significativas, das quais se destaca a sua não-objetividade (Sajad *et al.*, 2015). Urge a necessidade de estudos mais completos, com o intuito de identificar trabalhadores em risco, associar fatores que condicionam as perdas auditivas, avaliar a eficácia das estratégias de intervenção e monitorizar o progresso na prevenção (Masterson *et al.*, 2013).

As perdas auditivas ocupacionais são uma área de investigação ainda muito pouco estudada. Segundo Evangelos e Thomaella (2015), a maioria dos estudos existentes indicam uma ligação entre a indústria, ocupação e perda auditiva induzida por ruído, com maior prevalência de perda auditiva nas indústrias ferroviária, mineira e metalúrgica. As profissões que estão no topo da lista das mais expostas ao ruído são os mecânicos, marceneiros, operadores de transporte, trabalhadores

da construção civil, mineiros e carpinteiros. Por outro lado, as atividades que estão menos expostas a níveis de pressão sonora elevados pertencem à área das finanças, comércio; trabalhadores hospitalares, professores e carteiros (Evangelos e Thomaella, 2015; Masterson *et al.*, 2013).

A maioria dos estudos têm sido limitada a projetos transversais e dependentes de questionários, em vez de recorrerem a audiogramas para quantificar a perda auditiva, o que conduz à sua caracterização através de escalas subjetivas. A dependência da análise subjetiva que os trabalhadores fazem deles próprios, através dos questionários, dá origem a que, frequentemente, as perdas auditivas sejam subestimadas, principalmente quando são reduzidas ou se manifestam nas altas frequências. A PAIR típica é bilateral e simétrica, envolvendo lesões do ouvido interno que provocam alterações neuro-sensoriais (Subroto e Sarang, 2008). A maior parte das perdas auditivas têm um início gradual e nas altas frequências (entre 4000 e 6000 Hz), característico da maior parte do ruído industrial. Só quando as perdas auditivas atingem as baixas frequências, onde se situa o campo da perceção da palavra, é que muitos trabalhadores se apercebem da perda auditiva. O recurso ao teste audiométrico tonal possibilita a identificação precoce da presença de perdas auditivas anormais, permitindo a adoção de comportamentos preventivos. Muitos dos estudos disponíveis são feitos com base em populações estrangeiras, que podem ser reguladas por políticas e legislação diferente sobre o ruído, o que pode induzir conclusões erradas (Masterson *et al.*, 2013).

Num estudo publicado por Evangelos e Thomaella (2015), que teve como meta o estudo das perdas auditivas dos colaboradores de um estaleiro naval grego, houve uma posterior associação com outros fatores de trabalho e também individuais. A população em estudo foi de 757 colaboradores, divididos em duas categorias: i) colaboradores expostos a baixos níveis de pressão sonora e ii) colaboradores expostos a níveis médios ou altos de pressão sonora. O estudo compreendeu a análise dos audiogramas obtidos entre 2006 e 2009. Paralelamente, foi distribuído por cada um dos colaboradores, um questionário dividido em duas partes: i) questões relativas a dados individuais e relacionadas com o trabalho e ii) dezassete questões relacionadas com a capacidade auditiva dos entrevistados, histórico familiar em matéria de perda de audição, histórico pessoal relativo a situações que podem levar a perdas auditivas (traumatismo craniano, trauma acústico e doenças como diabetes, otosclerose, doença de Ménière, neuroma acústico, doenças autoimunes, etc.), bem como à utilização de drogas que podem causar ototoxicidade (salicilatos, aminoglicosídeos, etc.). O critério utilizado, para determinar a perda auditiva, foi uma equação modificada, desenvolvida em 1979 pela Academia Americana de Otorrinolaringologia, quantificando a capacidade auditiva para 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz. A variável dependente, que foi incluída nos modelos de regressão, expressa a percentagem de perda auditiva e foi dividida em duas categorias, a primeira inclui trabalhadores com 0% de perda auditiva e a segunda inclui trabalhadores com perda de audição igual ou superior a 0,1%. Para avaliar a influência de possíveis determinantes na ocorrência de deficiência auditiva foi feita uma regressão multivariável. A razão de possibilidades com intervalo de confiança de 95% foi calculada como medida de associação de variáveis. Para a seleção inicial de potenciais fatores que influenciam a perda auditiva, foi feita uma análise de regressão uni variada com nível de significância de $p < 0,1$. Posteriormente, todas as variáveis independentes que mostraram associações significativas foram

consideradas para inclusão no modelo de regressão multivariada. A entrada e análise dos dados foi feita com recurso ao programa SPSS. À semelhança de outros estudos, o presente reconhece a idade como um dos fatores que mais contribui para a perda auditiva. Por outro lado, a forte associação da idade com o tempo de exposição, impede que esta variável estabeleça uma associação significativa com a perda auditiva no modelo de regressão. Trabalhadores com historial de situações e doenças que pudessem levar a perdas auditivas, continuam a apresentar níveis elevados de perdas auditivas. Como esperado, a perda auditiva em trabalhadores expostos a baixos níveis de pressão sonora é muito inferior à perda auditiva registada nos colaboradores expostos a níveis de pressão sonora elevados (Evangelos e Thomaella, 2015).

Segundo Ashraf *et al.*, (2009), a perda auditiva dos colaboradores de uma indústria têxtil do Paquistão é diretamente proporcional à duração da exposição e a partir dos 10 anos de trabalho, a perda é diretamente proporcional ao tempo de trabalho. A prevalência da perda auditiva foi, significativamente, superior no grupo de trabalhadores expostos continuamente ao ruído quando comparada com o grupo exposto intermitentemente (Ashraf *et al.*, 2009).

Num estudo publicado por Ahmad *et al.*, (2007), foi estudada a prevalência de perdas auditivas associadas à exposição ocupacional ao ruído e a outros fatores, envolvendo 269 colaboradores expostos ao ruído e um grupo de controlo de 99 colaboradores da Arábia Saudita selecionados aleatoriamente. Concluiu-se que a exposição ocupacional ao ruído é a principal causa das perdas auditivas (Ahmad *et al.*, 2007).

Citando Musiba, (2015), verificou-se uma alta prevalência de PAIR entre os mineiros de uma empresa localizada na Tanzânia. No estudo realizado foi possível estabelecer uma forte correlação entre o tipo de mineração, a idade e os anos de exposição. Os resultados foram utilizados para desenvolver programas de conservação auditiva abrangentes (Musiba, 2015).

A perda auditiva neurossensorial nos 4000 Hz, dos colaboradores de uma fábrica de produção de aço da Nigéria, aumentou, significativamente, com o aumento da exposição ao ruído. Foi constatado que é recomendado realizar audiometrias no momento da admissão na empresa e, posteriormente, com periodicidade adequada (Ologe *et al.*, 2006).

De acordo com Singh *et al.*, (2012), verificou-se que nas pequenas e médias empresas indianas que se dedicam ao fabrico de ferro e aço, a função desempenhada pelo operador e a exposição ao ruído está fortemente associada às perdas auditivas. Por outro lado, ao contrário do que alguns estudos apontam, não foi possível estabelecer qualquer relação entre os hábitos de consumo de álcool e tabagismo e as perdas auditivas. A exposição a ruído impulsivo é mais prejudicial para a audição do que a exposição a ruído contínuo, sendo as perdas auditivas mais significativas quando o ruído impulsivo atinge as frequências de 4000 Hz e 6000 Hz. Assim, é importante assegurar que são fornecidos protetores auditivos de alta eficácia aos colaboradores que estão expostos a ruído impulsivo. Paralelamente, verificou-se a necessidade de implementar a rotação entre postos de trabalho para que o nível sonoro contínuo equivalente, calculado para um período normal de 8 horas de trabalho ($L_{EX,8h}$), diminuísse (Singh *et al.*, 2012).

Foi desenvolvido um questionário para a determinação da deficiência auditiva induzida pelo ruído num grupo de trabalhadores maltês. O principal objetivo do estudo resumiu-se em tentar perceber até que ponto é possível determinar a perda auditiva induzida pelo ruído com exatidão, recorrendo unicamente a questionários. Devido à escassez de recursos económicos e técnicos em grande parte dos países em desenvolvimento, é extremamente complicado estabelecer um plano de acompanhamento da audição dos trabalhadores recorrendo a audiometrias. O questionário desenvolvido é constituído por duas partes: i) a primeira parte inclui a recolha de dados demográficos, histórico ocupacional e clínico e atividades extra ocupacionais; ii) a segunda parte foca-se na quantificação da percepção que o colaborador tem da exposição ao ruído, através da colocação de questões relacionadas com a exposição a elevados níveis de pressão sonora e com a perda auditiva funcional, a partir de questões relacionadas com a sua situação social, familiar e atitude pessoal. Segundo o autor, o que diferencia este questionário dos restantes existentes para esta área é a presença de quatro questões relacionadas com a exposição a níveis de pressão sonora elevados, o que permite detetar perdas auditivas nas altas frequências. Para comparar os resultados obtidos, através dos questionários, com as audiometrias, foram realizados 223 exames audiométricos, cuja média de idades da população em estudo era de 42,4 anos e 88% dos indivíduos do sexo masculino. Foram definidos sete critérios de exclusão: i) deformação congénita ou traumática visível do ouvido; ii) ocorrência de corrimentos na orelha no intervalo de 90 dias anterior à data do inquérito; iii) perda auditiva súbita ou progressiva no intervalo de 90 dias anterior à data do inquérito; iv) tontura aguda ou crónica; v) diferença entre os exames audiométricos que comparam a percepção dos sons transmitidos pelo ar e por condução óssea superior a 15 dB para as frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz; vi) evidência de cerúmen ou de algum corpo estranho no ouvido e vii) dor ou desconforto no ouvido. Os dados foram tratados no programa SPSS. O teste do qui-quadrado foi usado para determinar se a diferença entre duas variáveis categóricas da amostra reflete uma diferença real entre essas duas variáveis na população em estudo. O teste não paramétrico, utilizado para determinar se existe alguma relação entre as variáveis em estudo, foi o coeficiente de correlação de postos de Spearman. A sensibilidade do questionário em detetar PAIR foi de 32%, enquanto que a especificidade foi de 79%. Verificou-se uma boa relação entre o número total de anos de serviço em trabalhos ruidosos e a PAIR. Concluindo, o questionário desenvolvido demonstrou ter uma sensibilidade muito reduzida na determinação das perdas auditivas e, portanto, não pode ser utilizado como substituto dos exames audiométricos em ambiente industrial (Rosso *et al.*, 2011).

Num estudo abrangente sobre as perdas auditivas na indústria americana entre 2000 e 2008, foram analisados 1.122.722 audiogramas de trabalhadores do sexo masculino e feminino de várias indústrias, expostos a elevados níveis de pressão sonora ocupacional e com idades compreendidas entre os 18 e os 65 anos. A perda auditiva foi determinada a partir dos limiares tonais para 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz e 8000 Hz fornecidos pelos audiogramas. Foram excluídos do estudo os audiogramas que representavam uma ou mais das seguintes condições: i) testes realizados noutro país; ii) idade do colaborador fora do intervalo definido para o estudo; iii) audiogramas que não cumpriam as normas de qualidade ou que evidenciavam atributos que indicassem que a deficiência auditiva estava associada à exposição ao ruído não

ocupacional ou a doenças; iv) audiogramas que não incluíam uma ou mais das frequências de 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz e 4000 Hz para determinação das perdas auditivas; v) valores de limiares tonais que apresentassem uma diferença superior a 50 dB entre frequências adjacentes; vi) diferenças superiores a 40 dB quando comparados os limiares tonais dos dois ouvidos para as mesmas frequências; vii) limiar da audição para a frequência de 500 Hz maior ou igual a 15 dB em relação ao limiar da audição para os 1000 Hz ou quando o limiar da audição para a frequência de 1000 Hz fosse maior ou igual a 10 dB em relação ao limiar da audição para os 2000 Hz; viii) audiogramas que não fossem os mais recentes dos disponíveis para cada trabalhador. Foi considerado que existe perda auditiva quando a média tonal dos limiares tonais para as frequências de 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz e 4000 Hz for igual ou superior a 25 dB em cada um dos ouvidos. Para a análise estatística, a variável “perda auditiva” foi codificada com o número 0, caso o trabalhador não manifestasse perda auditiva ou caso contrário, com o número 1. Os trabalhadores foram separados em 5 grupos de acordo com a respetiva idade. Recorrendo a uma regressão binomial, foram calculadas as percentagens de prevalência, os coeficientes de prevalência e respetivos intervalos de confiança para as perdas auditivas em função da indústria, género, idade e região através do *software* SAS. Concluindo, 18 % dos trabalhadores em estudo sofrem perdas auditivas e os setores industriais que necessitam de medidas mais eficientes de controlo de ruído são os da mineração, construção e manufatura de produtos de madeira, pois são também os mais ruidosos (Masterson *et al.*, 2013).

Segundo Oliveira *et al.* (2015), a exposição ao ruído não deve ser avaliada tendo em conta única e exclusivamente a exposição ocupacional ao ruído, pois existem inúmeros fatores que podem contribuir para as perdas auditivas, tais como o nível sonoro, duração da exposição, tipo de ruído e sua frequência, assim como fatores pessoais. É necessária uma avaliação que permita a integração destas diferentes variáveis, pois só assim é possível estabelecer um PCA eficaz e realista (Oliveira *et al.*, 2015).

2.3.2 Conceitos Teóricos

Natureza do Som

O que habitualmente se designa por som, do ponto de vista técnico, não é mais do que uma sensação provocada no cérebro devida à captação, pelo sistema auditivo, de alterações de pressão que se propagam no ar ou noutro meio elástico através de ondas de compressão, seguidas de dilatação ou rarefação (Cabral, 2012; Carvalho, 2013).

Do ponto de vista fisiológico, a propagação das ondas sonoras provoca uma sensação no ouvido humano, que é variável consoante o recetor. Em função da capacidade de o cérebro processar a informação recebida, da perceção deste face à sensação a que está a ser submetido, do ambiente em que se insere o recetor e dos mecanismos de geração e propagação do som, podem distinguir-se dois tipos: som e ruído. É designado por som tudo o que é agradável ou com significado para o ouvinte, e por ruído tudo o que é desagradável, sem significado para o ouvinte e que após longos períodos de exposição pode ser nocivo para a saúde (Carvalho, 2013). Contudo, existe ruído que

pode ter significado para o recetor e ser aceite por este, tal como o emitido por uma buzina ou por um alarme.

O que é som para algumas pessoas, pode ser ruído para outras. É o caso das discotecas que “emitem” som para os seus clientes, mas ruído para os vizinhos que pretendem dormir. É neste tipo de conflitos que a legislação tem que intervir.

O estudo dos sons ou do ruído, nas situações mais correntes, é feito segundo três domínios de análise principais: pressão, frequência e tempo (Carvalho, 2013).

Pressão Sonora e Níveis de Pressão Sonora

O som ou ruído propaga-se no ar sob a forma de ondas esféricas concêntricas, tendo a fonte sonora como centro (ponto onde se altera a pressão). A sua origem pode ser vista como se fosse uma esfera pulsante que excita, sucessivamente, as moléculas de ar circundantes até chegarem aos ouvidos, através de ondas de compressão (pressão positiva) e rarefação (pressão negativa). Por tudo isto, o elemento mais importante a medir é a variação de pressão provocada pelas ondas sonoras, mas sempre tomando como referência a pressão atmosférica, que tem o valor de aproximadamente 10^5 Pa. É essa pequena variação de pressão em torno da pressão atmosférica que o ouvido humano consegue captar. Mesmo um ruído muito intenso não altera mais do que 10 Pa (Carvalho, 2013).

As vibrações sonoras originadas pela fonte têm, no entanto, valores variáveis dependentes de fatores externos, tais como, distância e orientação do recetor, variações de temperatura, tipo de local, etc. (Carvalho, 2013).

A medida da pressão sonora numa escala linear é, contudo, impraticável dada a gama de audibilidade humana, no domínio da pressão, se situar em 10^7 Pa. O valor mínimo da pressão sonora, denominado por limiar da audição, que um ser humano jovem, de audição normal, pode ouvir é de cerca de 10^{-5} Pa. No outro extremo situa-se o limiar da dor quando a pressão sonora atinge os 100 Pa. Abaixo deste nível o dano causado no recetor dependerá do tempo a que esteja exposto ao mesmo. Acima deste valor, a perda auditiva é irreversível. Existem variáveis de pressão sonora com variações temporais assinaláveis que têm interesse para a acústica. São normalmente determinadas pela medição de valores eficazes. A pressão sonora eficaz é na realidade aquela que interessa avaliar, sendo calculada, de forma automática, pelo sonómetro. (Fahy e Walker, 1998). A Figura 9 representa a pressão eficaz.

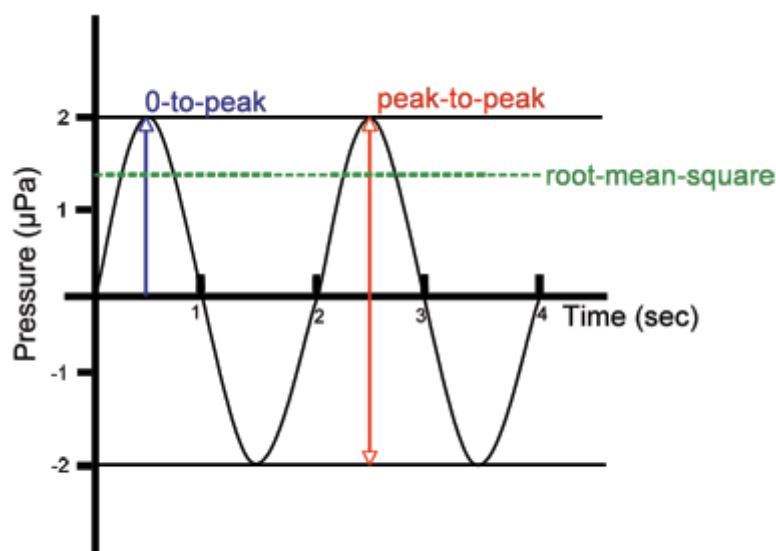


Figura 9 - Representação da pressão eficaz⁵.

Acresce ainda o facto de o ouvido não responder, linearmente, aos estímulos, mas sim logaritmicamente (Bess *et al.*, 1998).

A Figura 10 caracteriza os níveis sonoros (dB) provenientes de diversas fontes sonoras.

Efeito	Pressão Sonora (Pa)	Nível Sonoro (dB)	Origem
	100	140	Avião a jacto
Altamente Lesivo	10	130	Máquina Rebitadora
	1	120	Avião a Hélice
Lesivo		110	Moto-serra
		100	Oficina metalo-mecânica
		90	Camião pesado
Risco	10^{-1}	80	Rua com muito trânsito
Interfere na conversação		70	Carro de passageiros
Incomodativo	10^{-2}	60	Conversa normal
	10^{-3}	50	Conversa em tom baixo
	10^{-4}	40	Música suave
	10^{-5}	30	Murmúrio
		20	Apartamento urbano silencioso
		10	Folhas de árvore a cair
	$2 \cdot 10^{-5}$	0	
Limiar da audição			

Figura 10 – Níveis sonoros característicos de diversas fontes sonoras (Telo, 2006).

Por estas razões, as medidas dos parâmetros acústicos são feitas numa escala logarítmica. Por intermédio da Equação 8, a pressão sonora é convertida em nível de pressão sonora (L_p), sendo a

⁵ <http://www.dosits.org/science/advancedtopics/signallevels/>.

unidade que o representa o decibel (dB). Por definição, o dB é o logaritmo da razão entre o valor medido e um valor de referência padronizado correspondente à mais pequena variação de pressão que o ouvido humano consegue distinguir nas condições normais de audição. O valor da pressão sonora de referência (p_0) é de 2×10^{-5} Pa (Miguel, 2014).

A Equação 8 representa o L_p , calculado de acordo com a norma NP ISO 1996:2011.

$$L_p = 10 \times \log\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 \quad (8)$$

Em que,

L_p – Nível de pressão sonora (dB);

p – Valor eficaz da pressão sonora (raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos valores instantâneos da pressão sonora);

p_0 – Pressão sonora de referência (2×10^{-5} Pa).

Adição de Níveis

Em virtude da existência de uma escala logarítmica, a soma dos níveis de pressão sonora não é feita de uma forma algébrica, mas sim logarítmica. Assim por exemplo, na presença de duas fontes sonoras a emitirem 60 dB cada uma, a soma não vai ser 120 dB mas sim 63 dB (Carvalho, 2013).

De acordo com os dados fornecidos pela AESST, uma conversa normal poderá atingir cerca de 65 dB, enquanto que o nível atingido por alguém a gritar poderia ser de 80 dB. A diferença de valores seria de 15 unidades na escala logarítmica, contudo em termos de intensidade sonora, esta seria cerca de 30 vezes superior (AESST, 2005).

A Equação 9 representa a expressão utilizada para somar vários níveis de pressão sonora de ruído (Miguel, 2014).

$$L_{total} = 10 \times \log\left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 \times L_i}\right) \quad (9)$$

Em que,

L_{total} – Nível de pressão sonora total (dB);

L_i – Nível de pressão sonora da fonte sonora i .

Potência e Intensidade Sonora

A potência sonora (W) representa uma característica da fonte sonora e representa a energia total que num segundo atravessa uma esfera imaginária, de raio qualquer e centrada na fonte (medida em W) (Carvalho, 2013).

A intensidade sonora (I) é, numa dada direção, a quantidade média de energia que atravessa, por segundo, uma área de 1 m^2 , normal a essa direção, e quantifica-se em W/m^2 . Já não representa uma característica da fonte, mas sim do estímulo criado por ela. Permite avaliar a componente direcional do som, passando a ser representado por uma grandeza vetorial e não escalar como no caso da pressão sonora (Boeker e Grondelle, 1995; Carvalho, 2013).

De forma análoga, se exprime o nível de potência (L_w) e intensidade sonora (L_i). As Equações 10 e 11 representam as expressões utilizadas para o cálculo do L_w e L_i , respetivamente.

$$L_w = 10 \times \log \frac{w}{w_0} \quad (10)$$

Em que,

L_w – Nível de potência sonora (dB);

w – Potência sonora (W);

w_0 – Potência sonora de referência (10^{-12} W)

$$L_i = 10 \times \log \frac{I}{I_0} \quad (11)$$

Em que,

L_i – Nível de intensidade sonora (dB);

I - Intensidade sonora (W/m^2);

I_0 – Intensidade sonora de referência (10^{-12} W/m^2).

A pressão sonora, potência sonora e intensidade sonora estão relacionadas entre si através da Equação 12.

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} = \frac{p^2}{\rho \times c} \quad (12)$$

Em que,

I - Intensidade sonora (W/m^2);

W – Potência sonora (W);

r – Distância à fonte (m);

c – Celeridade (velocidade de propagação das ondas sonoras – m/s);

ρ – Massa volúmica do ar (kg/m^3).

Direccionalidade

As fontes sonoras, em geral, não são omnidireccionais, isto é, não emitem a mesma energia em todas as direcções. O coeficiente de direccionalidade (Q) é utilizado para avaliar essa característica das fontes sonoras, expressando a relação entre a intensidade acústica propagada numa dada direcção e a que se propagaria na mesma direcção, caso se tratasse de uma fonte omnidireccional. Caso a fonte sonora esteja localizada no centro geométrico de uma sala, terá um Q de 1. Por outro lado, se esta for colocada num canto duplo, terá um Q de 8. É por este motivo que os alarmes são colocados nos cantos duplos, sendo assim o efeito sonoro potenciado (Carvalho, 2013).

Frequência, Espectro e Bandas de Frequência

A frequência é a segunda característica mais importante quando se pretende descrever um sinal sonoro. Na análise de um fenómeno acústico é, portanto, essencial ter em consideração o respetivo espectro sonoro, ou seja, o nível de pressão sonora associado a cada frequência. Representa o número de oscilações, por segundo, da pressão em relação à pressão atmosférica, sendo igual ao valor inverso do período (T). A unidade que representa a frequência designa-se por hertz (Hz) em memória do físico alemão Heinrich Hertz (Cabral, 2012; Carvalho, 2013).

Quase todos os sons ou ruídos têm uma frequência característica que possibilita a sua distinção. A análise por frequência permite distinguir três tipos de sons, os sons graves quando a frequência se situa entre 20 Hz e 355 Hz, os sons intermédios quando se situa entre 355 Hz e 1410 Hz, e por fim os sons agudos quando esta se situa entre 1410 e 20000 Hz (Carvalho, 2013).

O ouvido humano apenas consegue captar sinais sonoros entre 20 Hz e 20000 Hz. Abaixo de 20 Hz, localizam-se os infra-sons e acima de 20000 Hz os ultra-sons (Northern *et al.*, 2005).

A Figura 11 representa a gama de frequências que diferentes espécies de animais conseguem captar.

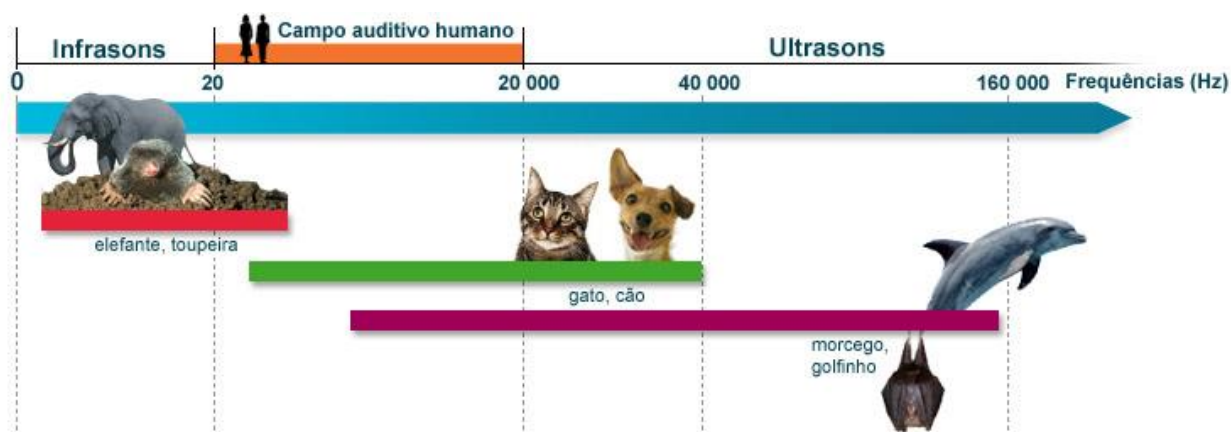


Figura 11 - Representação da gama de frequências perceptível por espécie⁶.

Vulgarmente, os sinais sonoros são constituídos pela sobreposição de mais do que uma componente única em termos de frequência, ou seja, são designados por sons complexos ou compostos. Contudo, por vezes, encontram-se situações em que os sons são puros ou simples, existindo uma componente única de frequência, como é o caso do som emitido pelo diapasão. A sobreposição de dois ou mais sons puros resulta em um som complexo (Carvalho, 2013).

Dado que uma análise detalhada, para cada uma das centenas ou milhares de frequências que compõem um sinal sonoro, seria impraticável, então são agrupadas em bandas de frequência de largura normalizada. Uma “banda” é um agrupamento de frequências entre um limite superior e um limite inferior em que o valor médio é designado por frequência central. Usualmente, são utilizadas bandas de largura de 1/1 oitava e 1/3 de oitava. Os intervalos de 1 oitava normalizados no domínio do audível encontram-se centrados em: 16, 31, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 Hz, enquanto que os intervalos de 1/3 de oitava normalizados no domínio do audível encontram-se centrados em: 20, 25, 31, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300, 8000, 10000, 12500, 16000, 20000 Hz. No caso dos estudos da exposição dos colaboradores ao ruído, a gama de análise estende-se dos 63 Hz aos 8 kHz (Carvalho, 2013).

Curvas de Ponderação

Todos os equipamentos utilizados nas medições do som, registam com total fidelidade as pressões sonoras independentemente da frequência do som. Contudo, o mesmo não se verifica com o ouvido humano. Este interpreta e dá menor ou maior importância ao som em função da frequência com que é emitido. A sensibilidade/percepção é muito maior para as frequências que se situam na zona de 2300 a 2800 Hz e muito reduzida para as baixas frequências (inferiores a 125 Hz). Esta relação é traduzida nas curvas de igual sensibilidade auditiva, medidas em fones (F) e representadas na norma ISO 226:2003, as quais confirmam a variabilidade auditiva do ouvido humano (Carvalho, 2013).

⁶ <http://www.cochlea.org/po/som/frequencias-sonoras-ouvido-pelo-homem-e-alguns-animais>.

Para corrigir esta particularidade do ouvido humano, foram criados e introduzidos filtros eletrônicos, cuja função é corrigir os valores rastreados pelos equipamentos aparelhos de medida para que estes sejam semelhantes aos valores captados pelo ouvido humano. Os filtros expressam curvas de ponderação que representam as correções efetuadas em função da frequência do som captado. Existem vários tipos de filtros normalizados que correspondem, de forma não linear, às diferentes frequências, sendo designados por filtros de ponderação: A, B, C e D. O filtro de ponderação mais usado é o filtro A, pois simula a resposta do ouvido humano a um dado ruído. Os valores das medições feitas com o filtro A passam a ter como unidades dB(A) (Miguel, 2014; Fahy e Walker, 1998)).

Na Tabela 5 estão representados os valores de ponderação para cada banda de frequência. Aos valores dos níveis de pressão sonora (dB) obtidos para cada banda de frequência, são somados algebricamente os valores de ponderação respetivos de cada banda de frequência (dB(A)).

Tabela 5 – Filtro de ponderação A para bandas de frequência de 1/1 oitava na gama do audível (Miguel, 2014).

Frequência central de oitava (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atenuação (filtro A) (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1

Comprimento de Onda

Uma outra característica das ondas sonoras é o comprimento de onda, que não é nada mais do que a distância percorrida pela onda até que a variação de pressão se repita no espaço, novamente, sendo normalmente medida em metros e designada por λ .

A análise do comprimento de onda é particularmente importante no estudo do comportamento das ondas sonoras face a obstáculos. Nas situações em que o obstáculo é muito pequeno em relação ao comprimento de onda, ele é praticamente inexistente para essas ondas sonoras. Se a dimensão do obstáculo for bastante superior à onda sonora, cria-se uma zona de sombra atrás do objeto. Estes efeitos aplicam-se no dimensionamento das barreiras acústicas, em que estas devem ser dimensionadas tendo em conta os sons de baixa frequência (elevado comprimento de onda) (Carvalho, 2013).

Análise no Tempo

A análise da dimensão temporal é muito importante no estudo do ruído, pois o efeito deletério do ruído depende do produto do nível de pressão sonora pelo tempo de exposição. Porém, o cálculo simplificado deste produto só é válido se o ruído for estável e contínuo durante o tempo em questão (Miguel, 1992). Existem ruídos com duração praticamente instantânea como é o exemplo de um disparo, e outros de duração praticamente infinita como é o caso da água de um rio a correr.

O facto de os níveis de pressão sonora serem instáveis, ao longo do tempo, obriga a que, para analisar a exposição ao ruído, se recorra a descritores com intervenção do fator tempo. A relação entre o nível de pressão sonora e a sua duração, é conseguida através do nível sonoro contínuo equivalente ($L_{Aeq,T}$), que representa um nível sonoro constante que, se estivesse presente durante todo o tempo de exposição, produziria os mesmos efeitos, em termos de energia, que o nível variável (Miguel, 2014).

De forma análoga ao Decreto-Lei nº182/2006, de 6 de setembro, a norma NP ISO 1730:1996, utiliza a Equação 13 para calcular o nível sonoro contínuo equivalente, para amostragens dos níveis de pressão sonora a uma taxa de $1/\Delta t$, no intervalo t_2-t_1 .

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1 \times L_{pAi}} \right) \quad (13)$$

Em que,

$L_{Aeq,T}$ – Nível sonoro contínuo equivalente;

N – Nº total de amostras [$N = \frac{t_2-t_1}{\Delta t}$];

L_{pAi} – Nível de pressão sonora, ponderado A, para a amostra i (expresso em dB(A));

Δt – Intervalo de tempo entre duas amostras consecutivas consideradas pelo aparelho.

Caso se aplique uma distribuição estatística às leituras dos níveis de pressão, ponderados A, utilizando uma técnica de amostragem por intervalos de tempo, $L_{Aeq,T}$ é obtido a partir da Equação 14.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{100} \sum_{i=1}^N f_i 10^{0,1 \times L_i} \right) \quad (14)$$

Em que,

$L_{Aeq,T}$ – Nível sonoro contínuo equivalente;

L_i – Nível de pressão sonora, ponderado A, correspondente ao ponto médio da classe i , em dB(A);

N – Nº total de amostras [$N = \frac{t_2-t_1}{\Delta t}$];

F_i – Percentagem do intervalo de tempo para o qual o nível de pressão sonora, ponderado A, está dentro dos limites de classe i .

Caso o fenómeno sonoro seja constituído por vários ruídos (i), para os quais se conheça o nível sonoro (L_{pAi}) e a respetiva duração (t_i), $L_{Aeq,T}$ é dado através da Equação 15.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N t_i \times 10^{0,1 \times L_{pAi}} \right) \quad (15)$$

Em que,

$L_{Aeq,T}$ – Nível sonoro contínuo equivalente;

$T = \sum t_i$ (somatório dos tempos de exposição ao ruído);

L_{pAi} – Nível de pressão sonora do ruído i .

Tipos de Ruído

O que permite distinguir os vários tipos de ruído são os seus espectros de frequências, as variações de nível com o tempo e as características do campo sonoro (Miguel, 1992). A Tabela 6 faz uma síntese de todos os tipos de ruído existentes.

Tabela 6 - Tipos de ruído (Adaptado de (Miguel, 2012)).

Descritor	Classificação		Observações
Espectro de frequências	Complexos		Resultam da sobreposição de 2 ou mais sons puros
	Sons puros		Têm uma única frequência
Tempo	Estacionário/Uniforme		Quando a diferença entre o valor máximo e mínimo do nível sonoro for inferior a 5 dB(A), medidos com a característica de resposta lenta, durante o período de avaliação.
	Não estacionário	Flutuante	Nível que varia continuamente, e numa extensão apreciável, do ruído de fundo, durante o período de avaliação.
		Intermitente	Nível que desce abruptamente para o nível sonoro de fundo várias vezes durante o período de avaliação, mantendo-se constante durante um tempo de aproximadamente 1 segundo ou mais.
		Impulsivo	Um ou mais impulsos violentos de energia com uma duração igual ou inferior a 1 segundo separados por mais de 0,2 segundos. Verifica-se a condição de ruído impulsivo quando a diferença entre o pico do nível de pressão sonora e o nível sonoro contínuo equivalente, num período superior a 5 min, é ≥ 20 dB.
Características do campo sonoro	Livre		Campo sonoro numa área afastada de superfícies refletoras.
	Reverberante		Porção do campo sonoro num recinto de ensaio em que a influência do som emitido pela fonte é desprezável.
	Semi-reverberante		Campo sonoro que prevalece num recinto amplo com uma superfície moderadamente refletora.
	Divergente hemisféricamente		Campo sonoro de uma fonte omnidirecional que está situada próxima de uma superfície refletora rígida (geralmente o solo) mas livre de outras obstruções.
Meio de propagação	Percussão		Há solicitação mecânica direta da fonte sonora sobre os elementos sólidos.
	Condução aérea		A transmissão é feita unicamente por vibração do ar.

2.3.3 Anatomia e Fisiologia da Audição

A audição é um dos cinco sentidos, juntamente com a visão, paladar, olfato e tato. É um dos principais sentidos, sendo fundamental para a comunicação.

O sistema auditivo consiste numa sequência complexa de acontecimentos que transformam gradientes de pressão originados a partir da vibração das ondas sonoras em sinais elétricos que posteriormente são transmitidos ao sistema nervoso central, e interpretados como sons. O ouvido também funciona como órgão sensorial do equilíbrio, sendo, por este motivo, que, por vezes, problemas de falta de equilíbrio estejam associados a perturbações na audição (Miguel, 2014).

Compreender os princípios básicos do processamento do sistema auditivo e as causas principais de alguns tipos de perdas auditivas ajuda certamente os especialistas a desenvolverem tecnologias de apoio adequadas e a decidir em que situações a assistência auditiva, visual ou tátil no acesso à comunicação são mais adequadas (Alberti, 2015). Na Figura 12, está representada a estrutura anatómica do ouvido.

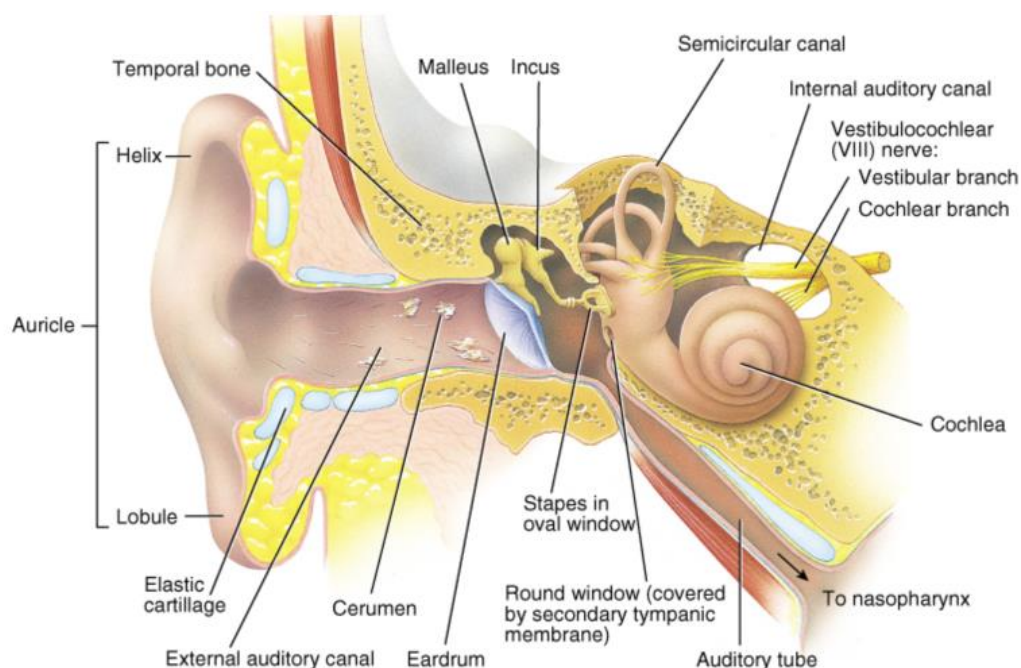


Figura 12 - Representação anatómica do ouvido (Seeley *et al.*, 2007).

O ouvido é um órgão bilateral que se encontra anatomicamente dividido em três áreas: i) ouvido externo; ii) ouvido médio e iii) ouvido interno (Kinsler *et al.*, 1982).

O ouvido externo é constituído pelo pavilhão auricular e pelo canal auditivo externo (25 mm de comprimento na sua parte posterior, e 31 mm de comprimento na sua parte anterior). As ondas sonoras podem fazê-lo vibrar com uma deslocação máxima de 2 mm. O pavilhão auricular (com exceção do lóbulo da orelha) é formado por uma cartilagem elástica coberta pela pele, fixado na sua posição por ligamentos, músculos e pela continuidade com a cartilagem do canal auditivo

externo. O canal auditivo externo é constituído no seu terço externo pela continuação da cartilagem do pavilhão auricular e nos seus dois terços internos pelas porções timpânicas e escamosas do osso temporal. Está revestido por uma pele espessa ao nível do terço externo, contendo numerosos folículos pilosos, glândulas sebáceas e glândulas ceruminosas que produzem o cerúmen. A sua função é captar as ondas sonoras através do pavilhão auricular, que posteriormente são encaminhadas pelo canal auditivo para o tímpano que entra em vibração (Miguel, 1992; Carvalho, 2013 e Alberti, 2015).

O ouvido médio é constituído pelo tímpano e por uma pequena câmara de ar que contem três pequenas estruturas ossiculares. O tímpano é uma membrana de forma cónica com $0,75 \text{ cm}^2$ de área, uma espessura de 0,1 mm e peso de 14 mg. A sua principal função é estabelecer a ligação entre o ouvido externo e ouvido médio e converter as ondas sonoras em energia mecânica através da vibração da membrana. O martelo, estribo e bigorna atuam como uma caixa de ressonância que amplifica as ondas sonoras, possibilitando a sua passagem do meio aéreo para o líquido. O conjunto destes três ossículos ocupa um volume de cerca de 3 cm^3 . O estribo está ligado à janela oval (membrana que separa o ouvido médio do ouvido interno), permitindo a passagem das ondas sonoras para o interior da cóclea (ouvido interno). O ouvido médio encontra-se ligado à garganta através da trompa de Eustáquio. No estado normal, a pressão do ar no ouvido médio deve ser igual à pressão atmosférica ambiente. A trompa de Eustáquio, que está normalmente fechada, assegura o equilíbrio de pressões através da sua abertura aquando da deglutição. O ouvido médio também inclui dois diminutos músculos que operam no martelo (tensor *tympani*) e no estribo (*stapedius*), contraindo-se na resposta a níveis sonoros elevados. Trata-se de um mecanismo de proteção natural que o ouvido dispõe para ruídos intensos, designado por reflexo acústico. A sua ação reduz a amplitude do movimento dos ossículos, limitando os níveis de pressão sonora transmitidos ao ouvido interno até 12 dB (Miguel, 1992; Carvalho, 2013 e Alberti, 2015).

O ouvido interno tem como principal função transformar a energia mecânica em energia elétrica num fenómeno designado por transdução, seguindo o influxo nervoso pela via auditiva até ao córtex temporal. É um sistema complexo de canais envolvidos por cerca de $20 \mu\text{l}$ de um líquido designado por perilinfa e pode ser dividido em dois sistemas: a cóclea, que é um órgão de audição e os órgãos de equilíbrio, designadamente os canais semi-circulares. A cóclea é uma estrutura em formato espiral cónico, com 2,6 voltas e com um volume de 98 mm^3 , altamente especializada como órgão recetor de sons. Se esticada, teria um comprimento de 35 mm. A cóclea tem duas ligações flexíveis com o ouvido médio: i) janela oval e ii) janela redonda. No seu interior existe uma porção membranosa que assume a forma de um triângulo designada por canal coclear. Quando examinada em corte transversal, o lado superior do triângulo é constituído pela rampa vestibular e o lado inferior pela rampa timpânica. É no interior do canal coclear que se encontra a membrana basilar. Esta membrana apresenta uma estrutura histológica complexa e sobre ela encontra-se o órgão de Corti, contendo os cílios que são prolongamentos das células ciliadas (cerca de 1,7 milhões), com cerca de $2 \mu\text{m}$ de comprimento e que se estendem até à perilinfa. As diferentes células ciliadas reagem a diferentes frequências do som e convertem-nas em impulsos nervosos (Miguel, 1992 e Carvalho, 2013).

Os estímulos de frequências baixas fazem reagir cílios em todo o comprimento da membrana basilar, enquanto que os estímulos de altas frequências fazem reagir os cílios localizados na zona inicial da membrana. Os impulsos nervosos são transmitidos através das fibras do nervo auditivo, que as transportam até ao cérebro. Apesar do efeito protetor do reflexo acústico, o ruído intenso pode danificar as células ciliadas. Quando uma destas células é destruída, aparentemente não volta a crescer. A exposição contínua a ruídos intensos provoca a destruição progressiva dos cílios, resultando na perda progressiva da audição (Miguel, 1992; Parikh, 2004; Carvalho, 2013).

Os canais semicirculares, que ajudam a manter o equilíbrio, são três tubos alinhados em três planos perpendiculares entre si, cheios de endolinfa. Qualquer movimento da cabeça faz com que o fluido dos canais se mova. Consoante a direção em que a cabeça se move, assim o movimento do fluido pode ser maior num dos canais do que nos outros. Os canais contêm células ciliadas que reagem ao movimento do líquido. As células ciliadas iniciam os impulsos nervosos que indicam ao cérebro em que direção se está a mover a cabeça e, como consequência, realiza-se a ação apropriada para manter o equilíbrio. Se os canais semicirculares se inflamarem, como sucede numa infeção do ouvido médio ou numa gripe, o indivíduo pode perder a noção do equilíbrio ou ter vertigens. Um outro exemplo prático, são as tonturas sentidas quando um indivíduo gira em torno de si próprio. O que desencadeia essa sensação é o movimento do líquido que se encontra dentro dos canais (Miguel, 1992 e Carvalho, 2013). Na Figura 13, encontra-se representada a estrutura do ouvido interno.

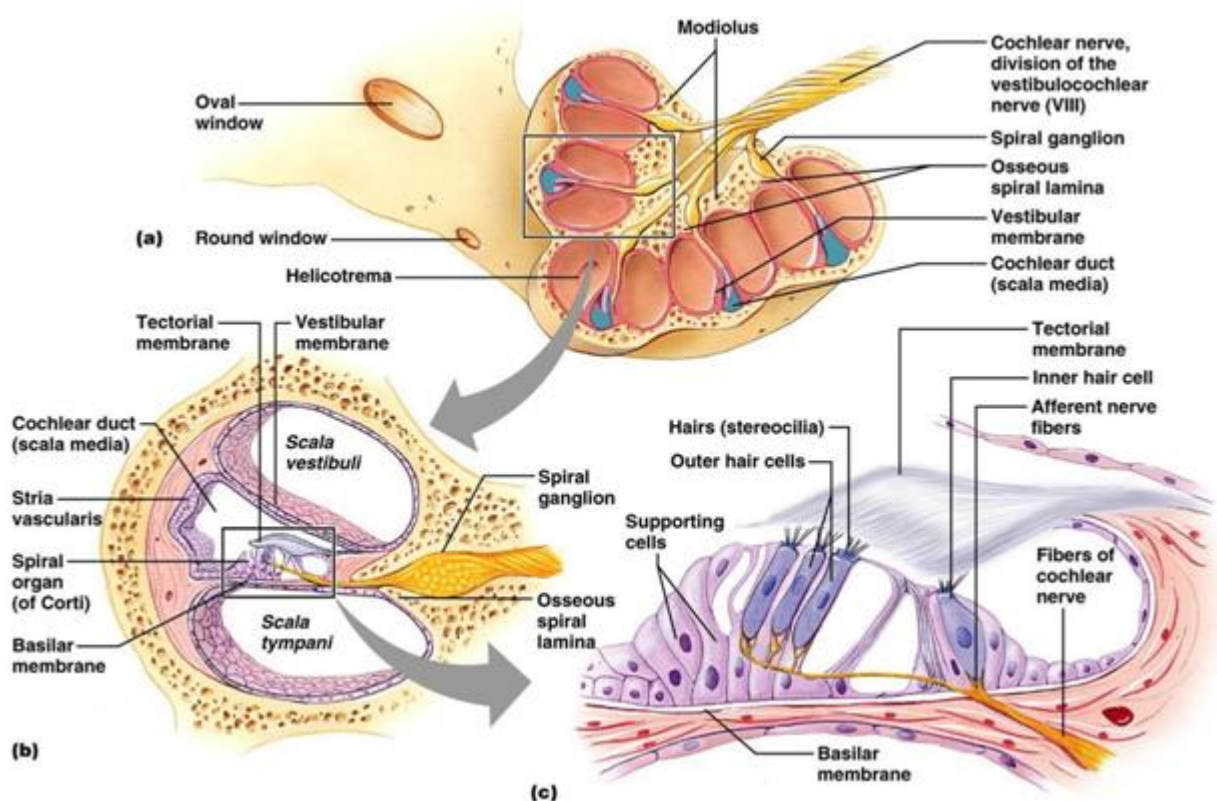


Figura 13 - Representação do ouvido interno (Seeley *et al.*, 2007).

Resumindo, o processo de audição pode ser descrito de acordo com a seguinte cadeia de momentos:

1. Captação das ondas sonoras através do pavilhão auricular e posterior condução até ao tímpano através do canal auditivo;
2. A membrana do tímpano ao captar as ondas sonoras vai vibrar transformando as ondas sonoras em energia mecânica. O sinal vai ser transmitido aos ossículos que atuam como uma caixa de ressonância, amplificando as ondas sonoras, o que possibilita a sua passagem do meio aéreo para o líquido;
3. No ouvido interno, o sinal é recebido através da janela oval e transformado no interior da cóclea em sinal elétrico, num fenómeno designado por transdução, seguindo o influxo nervoso pela via auditiva até ao córtex temporal.

2.3.4 Efeitos da Exposição Ocupacional ao Ruído na Saúde Humana

Trauma Acústico

Como seria de esperar, a consequência mais evidente da exposição ao ruído é a perda da audição. Com a repetida permanência a ruídos intensos, as células ciliadas do órgão de Corti perdem a sua capacidade de recuperação às mudanças de posição e partem-se, não havendo possibilidade de regeneração, pelo que a perda auditiva será permanente. As perdas auditivas são função da frequência e da intensidade do ruído, sendo mais evidentes para sons puros e tanto maiores quanto mais elevada for a frequência do ruído e a sua intensidade (Carvalho, 2013).

Numa fase inicial, a fadiga auditiva traduz-se por um abaixamento reversível da acuidade auditiva, sendo determinada pelo grau de perda de audição e pelo tempo que o ouvido demora a retomar a audição normal. Depende fundamentalmente do espectro, intensidade e duração do estímulo sonoro que provoca a fadiga (Arezes, 2002).

Quando a exposição ao ruído excessivo se mantém durante algum tempo, as perdas auditivas passam a ter um cariz neuro sensorial e irreversível, deixando de ser temporárias e passando a ser permanentes. Numa fase inicial, as perdas auditivas verificam-se nas altas frequências, o que as torna impercetíveis para o ser humano, pois não atingem as frequências da conversação. Por esta razão é que as perdas auditivas não são imediatamente combatidas. No entanto, sobrevêm diferentes fenómenos auditivos conexos, tais como a distorção de sons e aparecimento de uma tonalidade metálica (Miguel, 1992 e Arezes, 2002).

À medida que a exposição ao ruído se vai prolongando, o défice auditivo vai-se alastrando, formando-se um escotoma típico em U ou em V percetível nos audiogramas, geralmente na frequência de 4000 Hz. A razão desta ocorrência deve-se, principalmente, ao fato de a maior parte do ruído industrial apresentar um espectro de frequências entre 1550 Hz e 3500 Hz. O escotoma vai-se alargando progressivamente, até atingir o domínio da percepção da palavra (Miguel, 2014 e Kyaw *et al.*, 2015).

Importa salientar que o ruído industrial não é a única fonte de perdas auditivas. O ruído provocado por uma explosão pode provocar traumas físicos, como a lesão da membrana do tímpano, danificar as células ciliadas ou até mesmo deslocar a cadeia de ossículos (Miguel, 1992).

As atividades extra ocupacionais também podem contribuir, significativamente, para o aumento da perda auditiva, comumente designado por socioacusia. Num estudo publicado por Elizabeth *et al.* (2010), foi constatado que algumas atividades de laser apresentavam longos períodos de exposição a níveis de pressão sonora superiores ao limite aceitável, o que aumentaria o risco de perdas auditivas (Elizabeth *et al.*, 2010).

Algumas doenças do foro otológico ou infecciosas, podem afetar o ouvido médio ou mesmo o ouvido interno, limitando a capacidade auditiva (Evangelos e Thomaella, 2015). O cerúmen ou a presença de corpos estranhos podem causar uma perda auditiva por condução pelo bloqueio do canal auditivo ou rutura do tímpano (Miguel, 1992). Certas drogas designadas por ototóxicas como o quinino, os salicilatos e alguns medicamentos podem danificar o ouvido interno e, consequentemente conduzir à surdez (Evangelos e Thomaella, 2015; Bhanukumar *et al.*, 2015). A exposição combinada do ruído com algumas substâncias ototóxicas e alguns agentes físicos, tais como solventes, metais, medicamentos e vibrações, evidencia um efeito sinérgico nas perdas auditivas (AESST, 2006; Pykko *et al.*, 2007). Outras associações de fatores individuais aparecem referidas em alguns estudos, nomeadamente a influência do tabaco e fatores hereditários nas perdas auditivas (Singh *et al.*, 2010; Schmidt e Tochetto, 2009).

Segundo Bell, as perdas auditivas podem ser classificadas em três níveis. Na Tabela 7, do lado esquerdo estão representados os traços característicos dos três estádios, e do lado direito a descrição de cada um deles.

Tabela 7 - Evolução da surdez profissional, segundo Bell e estádios da audição (Miguel, 2014).

Evolução	Estádio	Descrição
	0	Curva audiométrica normal.
	1	Déficite transitório: perda auditiva localizada somente na frequência de 4000 Hz, não ultrapassando, em geral 30 a 40 dB.
	2	Período de latência: perda auditiva atingindo as frequências de conversação.
	3	Período de surdez manifesta (doença profissional): perda auditiva atingindo as frequências infra e supraconversacionais (geralmente de 5000 a 8000 Hz).

Por último, há que considerar a detioração natural da audição com a idade, que se designa por presbiacusia. Este efeito é mais marcante na gama superior de frequências audíveis (Baraldi *et al.*, 2007). Na Figura 14, pode-se observar a evolução das perdas auditivas em função da frequência e da idade.

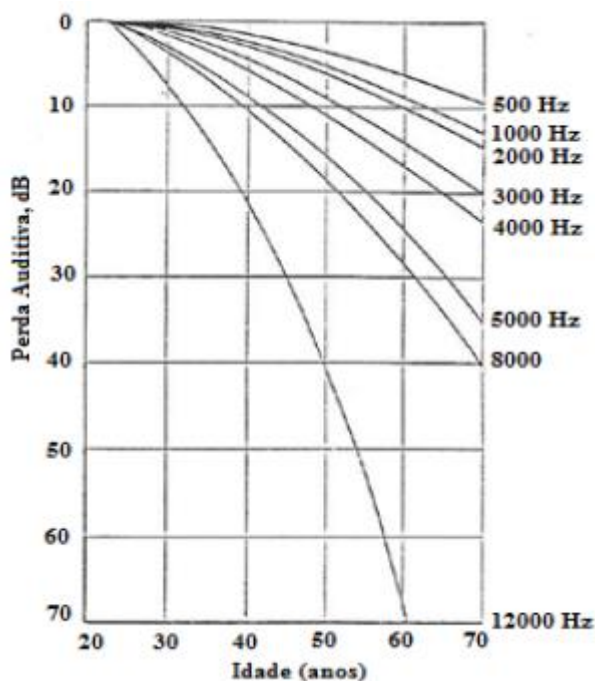


Figura 14 - Evolução da surdez profissional, segundo Hinchcliffe.

A exposição ao ruído pode provocar outras perturbações, além da perda da audição temporária ou permanente, nomeadamente acufenos. É uma das consequências da exposição ao ruído que pode ter mais impacto na qualidade de vida, pois o que os caracteriza são uns zumbidos constantes e extremamente incomodativos. Inicialmente são temporários, só que com o passar do tempo a tendência é a de se tornarem permanentes. Também se pode verificar a diplacusia, que se caracteriza pela distorção do som e das palavras (Arezes, 2002).

Outros Efeitos do Ruído

Os efeitos nocivos do ruído sobre o organismo humano, não se resumem única e exclusivamente à perda de audição. Os restantes efeitos do ruído sobre o organismo humano podem ser divididos em fisiológicos e psicológicos (Miguel, 2014).

A nível fisiológico, são inúmeras as alterações que o ruído pode suscitar: i) dilatação das pupilas; ii) aumento da produção hormonal da tiroide; iii) aumento da frequência cardíaca; iv) aumento da produção de adrenalina e corticotrofina; v) movimento do estômago e do abdómen; vi) contração muscular; vii) contração dos vasos sanguíneos; viii) impotência sexual e desequilíbrio do ciclo menstrual e ix) problemas de sono (Miguel, 2014).

No local de trabalho, o ruído pode alterar o equilíbrio psicológico das pessoas. Constitui uma causa de incómodo e um obstáculo às comunicações verbais e sonoras, podendo mascarar os sinais de alarme. Em certos tipos de atividades, o ruído pode provocar fadiga geral, menor concentração, desconforto e irritabilidade, o que contribui para o aumento da incidência de acidentes e poderá também influenciar, negativamente, a produtividade e a qualidade do produto (Miguel, 2014).

2.3.5 Programas de Conservação da Audição

Dada a ampla diversidade de efeitos negativos que advém da exposição ocupacional ao ruído, torna-se imperativo estabelecer medidas que permitam reduzir o ruído no local de trabalho. Os PCA englobam um conjunto diversificado de medidas que visam reduzir a exposição dos trabalhadores ao ruído ocupacional para níveis considerados aceitáveis do ponto de vista legal.

Um PCA completo é o método mais fiável para a proteção dos trabalhadores contra as perdas auditivas. Contudo, devido a limitações económicas, muitas empresas de pequena e média dimensão têm implementados PCA muito rudimentares, assentes basicamente na proteção individual auditiva (Singh *et al.*, 2012). Devem ser desenvolvidos a partir de cinco pontos fundamentais: i) avaliação e monitorização do ruído ocupacional; ii) implementação de medidas coletivas e individuais de controlo de ruído; iii) avaliação e monitorização da função auditiva dos trabalhadores; iv) informação, formação, e consulta dos trabalhadores e v) organização, arquivo e conservação dos registos.

Avaliação e Monitorização do Ruído Ocupacional

O primeiro passo para a implementação de um PCA consistente e eficaz é a avaliação e monitorização do ruído ocupacional. Nesta etapa, deve-se avaliar e, se necessário, medir os níveis de pressão sonora a que os trabalhadores estão expostos para que possam ser identificados os trabalhadores expostos a ruído excessivo. Caso haja alterações significativas nos postos de trabalho, produção, processo ou equipamentos suscetíveis de alterar consideravelmente os níveis de pressão sonora, novas monitorizações devem ser feitas (AESST, 2016).

Nas atividades suscetíveis de apresentar riscos de exposição ao ruído deve ser feita uma avaliação de riscos rigorosa através da caracterização da exposição. Para tal, é fundamental caracterizar de forma concisa as fontes de ruído, os distintos níveis sonoros, contínuos, intermitentes e impulsivos no local de trabalho, os tempos de exposição e, por fim, o cálculo da exposição pessoal diária (AESST, 2016).

Os colaboradores expostos a níveis sonoros acima dos níveis de ação, devem ser notificados acerca dos resultados das monitorizações do ruído ocupacional. Deve ser dada a oportunidade de os colaboradores expostos observarem o procedimento utilizado para monitorizar o ruído ocupacional (AESST, 2016).

Implementação de Medidas Coletivas e Individuais de Controlo de Ruído

De acordo com o Decreto-Lei nº 182/ 2006, de 6 de setembro, e vários estudos sobre as medidas de controlo do ruído, foram sugeridas abordagens a vários níveis, as quais se encontram resumidas na Tabela 7.

Tabela 8 - Medidas para a redução da exposição a níveis sonoros excessivos, adaptado de (Miguel, 2014 e Carvalho, 2013).

Âmbito	Nível de ação	Medidas
Medidas Organizacionais	Administrativo	Estabelecimento de planos de conservação da audição (PCA); Sinalização dos locais de trabalho ruidosos; Separação dos locais por: i) limitação da propagação do ruído e ii) concentração das fontes de ruído em locais de acesso limitado e sinalizado; Redução dos níveis sonoros ou do tempo de exposição, através de: i) planificação da produção, com vista à eliminação de postos de trabalho sujeitos a elevados níveis sonoros; ii) adoção de uma política de aquisição de equipamentos em que o fator nível sonoro seja considerado e iii) rotação periódica dos trabalhadores expostos e realização dos trabalhos ruidosos em horas em que haja menor número de trabalhadores expostos.
Medidas Construtivas ou de engenharia	Fonte produtora de ruído	i) Alteração/adaptação das máquinas existentes para que se tornem menos ruidosas, através do ajuste da localização dos equipamentos, tentando colocar as máquinas mais ruidosas no centro; ii) Manutenção periódica dos equipamentos de modo a lubrificar, ajustar e substituir peças soltas e desgastadas; iii) Colocação de silenciadores e atenuadores sonoros e enclausuramento dos equipamentos.
	Meio de propagação do ruído	Visam atuar no caminho de propagação das ondas sonoras, através de: i) colocação de apoios antivibráteis; ii) encapsulamento da fonte para a redução dos ruídos de condução aérea; iii) colocação de painéis antirruído; iv) remodelação da envolvente do local de trabalho utilizando materiais absorventes e isolantes; v) otimização da difusibilidade sonora; vi) atenuação da transmissão do ruído de percussão, com reforço das estruturas e vii) aumento da distância entre a fonte de ruído e a localização dos postos de trabalho;
	Recetor	Enclausuramento do colaborador em cabinas de controlo insonorizadas.
Medidas de Proteção Individual	Recetor	Utilização de EPI;

Preferencialmente, devem ser utilizadas medidas que protejam o coletivo de trabalho, daí a importância da sensibilidade para a avaliação de riscos de exposição excessiva ao ruído na fase de projeto. Nesta fase é simples planificar os processos, postos e equipamentos de trabalho segundo uma lógica de minimização do risco de exposição ao ruído. Grande parte destas alterações, se não forem feitas na fase de projeto, nunca mais poderão ser feitas, pois tornam-se técnica e economicamente inviáveis (Miguel, 2014).

Embora as medidas organizacionais e construtivas sejam consideradas as mais eficazes, por vezes a redução obtida com a aplicação de medidas construtivas ou organizacionais não é suficiente, o que obriga ao recurso de medidas de proteção individual. Infelizmente, os dispositivos de proteção individual são frequentemente utilizados como primeira medida de proteção e de uma forma permanente por se manifestarem ser a solução mais simples e económica. Apesar de o uso de EPI

ser essencial para a prevenção das perdas auditivas, a sua utilização incorreta e inconsistente compromete a eficácia na prevenção da perda auditiva. (Reddy *et al.*, 2014; Miguel, 2014). A questão de na determinação da exposição do trabalhador ao ruído não serem tidos em conta os efeitos decorrentes da utilização de protetores auditivos quando o VAS é atingido e quando é atingido o VLE já ser tida em conta a atenuação proporcionada pelos protetores auditivos aquando da determinação da exposição efetiva do trabalhador levanta muitas dúvidas, pois vai contra a lógica de privilegiar as medidas organizacionais, construtivas ou de engenharia, pois parte-se do princípio de que o trabalhador utiliza proteção individual.

Os protetores auditivos são EPI, que atuam ao nível do recetor, impedindo a propagação do ruído a partir do ouvido médio. Segundo o Decreto-Lei nº 182/ 2006, é recomendado o uso de protetores auditivos caso a exposição diária exceda os 80 dB(A) e/ou $L_{c,pico}$ ultrapasse 135 dB(C) e obrigatório caso a exposição diária iguale ou ultrapasse 85 dB(A) e/ou $L_{c,pico}$ iguale ou ultrapasse 137 dB(C). Os protetores auditivos podem ser classificados segundo dois critérios: a sua forma – protetores auditivos auriculares/tampões e protetores auditivos do tipo abafador/auscultadores - e a forma de atuação – ativa ou passiva.

- Ativa - Incorporam dispositivos electro-acústicos que regulam a atenuação em função dos espectro e/ou nível de pressão sonora. São equipamentos mais avançados e de custo superior;
- Passiva - A atenuação é exclusivamente mecânica. São equipamentos simples e de baixo custo;
- Tampões - São introduzidos no canal auditivo ou na cavidade do pavilhão auricular para obturar a entrada, impedindo dessa forma que o ruído se propague até ao ouvido interno;
- Abafadores - Protetores auriculares em forma de calotes posicionados contra os pavilhões auriculares, estando conectados por uma banda cuja função é exercer pressão ou então ligados a um capacete. São feitos em material rígido, revestido internamente por material flexível (Arezes, 2002).

Na Tabela 9 encontra-se um resumo dos protetores auditivos que existem atualmente no mercado.

Tabela 9 – Classificação dos protetores auditivos.

Classificação	Descrição	Figura
Passivos		
Tampões pré-moldados	São reutilizáveis e têm como principal característica o facto de não ser necessário moldá-los antes da inserção no canal auditivo, dado que estes têm já a forma final de utilização.	
Tampões moldáveis	São moldados pelo utilizador, adquirindo a forma do canal auditivo. São constituídos por materiais poliméricos, acrílicos ou silicone.	
Tampões ligados por banda	Tampões pré-moldados ou moldáveis, ligados por banda.	
Abafadores / Auscultadores	Constituídos por calotes posicionados contra o pavilhão auricular, usualmente unidas por uma banda.	
Ativos		
Protetores auriculares não lineares	Por intermédio de dispositivos electro-acústicos, amplificam sinais fracos de forma a torná-los mais audíveis. Se os sinais passarem a ser mais fortes, a amplificação tende a diminuir fazendo com que o nível de pressão sonora efetivo junto ao ouvido seja limitado a 80 dB(A). Melhoram a comunicação verbal em comparação com uma situação de não proteção e oferecem uma perceção melhorada dos sons considerados úteis, concretamente, os sons informativos derivados do próprio processo produtivo e sinais acústicos informativos	
Protetores auriculares de redução ativa do ruído	Permitem a redução ativa do ruído, originando uma atenuação superior à atenuação passiva, particularmente em baixas frequências.	
Protetores auriculares de comunicação	Permitem a transmissão de mensagens orais, a receção de programas de rádio ou a perceção de sinais de aviso ou emergência úteis ao acompanhamento das tarefas a realizar. A ligação entre a fonte emissora e o protetor é feita por intermédio de um sistema sem fios.	

A escolha dos protetores auditivos adequados deve ter em conta uma série de requisitos, dos quais se destacam os mais importantes: i) marcação de conformidade tipo CE; ii) atenuação prevista de acordo com o nível de exposição, determinado através da análise do espectro do ruído em questão; iii) garantia de conforto na utilização; iv) adequação ao ambiente ocupacional específico; v) compatibilidade com problemas de saúde; vi) compatibilidade com perdas auditivas e vii) compatibilidade com outros equipamentos de proteção individual. Para alcançar uma proteção eficaz, é importante que seja dada a oportunidade aos colaboradores de participarem ativamente no processo de seleção dos protetores auditivos, assim é reduzida a hipótese de rejeição e incompatibilidade do colaborador com os protetores auditivos (Arezes, 2002).

Durante o processo de escolha dos protetores auditivos adequados para o trabalho em questão, devem ser tidas em conta as vantagens e desvantagens dos tampões e abafadores auditivos expressas na Tabela 10.

Tabela 10 – Vantagens e Desvantagens dos tampões e dos Abafadores. Adaptado de (Miguel, 1992).

Tampões	Abafadores
Vantagens	
<ul style="list-style-type: none">• Pequenos e leves, o que facilita o seu transporte;• Facilmente utilizados em simultâneo com outros EPI;• Mais confortáveis para usos prolongados;• Mais frescos; o que facilita o seu uso em locais quentes e húmidos;• Mais eficazes nas baixas e médias frequências.	<ul style="list-style-type: none">• Mais adequados para as altas frequências;• Facilidade de uso e adaptação;• Facilidade em recoloca-los e removê-los;• Mais visíveis, e como consequência, mais facilmente controláveis;• Tendência para um melhor ajustamento em períodos de tempo longos.
Desvantagens	
<ul style="list-style-type: none">• Podem ser aliviados pela conversação ou mastigação;• Adaptação mais difícil;• O seu tamanho tem que ser individualizado;• Dificuldade no controlo do seu uso;• Necessitam de cuidados especiais de limpeza;• Facilmente ficam mal colocados sem que o utilizador se aperceba, perdendo a eficiência;• Não podem ser utilizados quando o canal do ouvido externo está inflamado.	<ul style="list-style-type: none">• Quentes;• Adaptação rígida à cabeça;• Dificuldade no uso em simultâneo com outros EPI;• Desconfortáveis quando utilizados durante períodos longos de tempo.

Avaliação e Monitorização da Função Auditiva dos Colaboradores

Sem prejuízo das obrigações gerais em matéria de saúde no trabalho, deve ser assegurada a vigilância adequada da saúde dos trabalhadores com vista à prevenção e ao diagnóstico precoce de qualquer perda de audição resultante do ruído e à preservação da função auditiva. A avaliação e monitorização da função auditiva deve ser feita através de exames médicos específicos, incluindo exames clínicos do aparelho auditivo, estudo do histórico de qualquer problema no aparelho auditivo e exames audiométricos, em relação aos quais o resultado da avaliação permite desencadear novas ações de controlo do risco e também consciencializar os trabalhadores sobre a importância da prevenção da audição (Miguel, 2014).

Segundo o Decreto-Lei nº 182/2006, deve ser assegurada a verificação anual da função auditiva e a realização, também anual, de exames audiométricos a colaboradores expostos acima dos níveis de ação superior, e bienal a colaboradores expostos acima dos valores de ação inferiores.

Os exames médicos periódicos, dos quais se destacam as audiometrias, visam o estudo da eficácia dos EPI e também a deteção precoce das PAIR, evitando que possam atingir proporções maiores. Permitem estabelecer gráficos indicativos de eventuais perdas em relação ao limiar da audição normal. O exame consiste em submeter o ouvinte a sons com diferentes frequências e intensidades, de forma independente para cada ouvido. É registada para cada frequência (geralmente bandas de oitava compreendidas entre 125 Hz e 8000 Hz) a intensidade mais baixa do sinal sonoro que o ouvinte consegue detetar, sendo considerado o limiar da audição para a frequência em questão. A informação obtida é registada num gráfico de intensidade em função da frequência para facilitar a interpretação dos resultados. Quanto mais elevado for o limiar da audição, maior será a perda auditiva. A PAIR é caracterizada por um escotoma em forma de U ou V que se vai situar na frequência de 4000 Hz. A exposição continua a níveis sonoros excessivos vai alastrar-se progressivamente às frequências vizinhas, acabando por desaparecer o audiograma em forma de U ou V. Geralmente, as perdas auditivas são bilaterais e apresentam um padrão semelhante em ambos os ouvidos. A diferença entre os dois ouvidos não deve exceder os 15 dB nos 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz e 30 dB nos 3000 Hz, 4000 Hz e 6000 Hz (Masterson *et al.*, 2013; Subroto e Sarang, 2008).

Após a realização dos exames audiométricos, podem ser utilizados diferentes critérios para o cálculo, classificação do tipo e grau de perdas auditivas:

- De acordo com a norma portuguesa NP: 1733:1981, a audição humana considera-se diminuída quando a média aritmética dos limiares tonais permanentes para as frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz for igual ou superior a 25 dB, relativamente aos zeros audiométricos;
- O Decreto-lei nº 352/2007, de 23 de outubro, que aprova a tabela nacional de incapacidades por acidentes de trabalho e doenças profissionais estipula que a perda média deve ser calculada sobre a média aritmética ponderada das perdas observadas para o melhor ouvido (menores perdas) nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, sendo os coeficientes de ponderação 2, 4, 3 e 1, respetivamente. O direito à indemnização ou reparação ocorre a partir de 35 dB de perdas médias ponderadas no melhor ouvido.
- Segundo a *American Academy of Otolaryngology* e o *American Council of Otolaryngology*, a perda auditiva resulta do valor das perdas auditivas médias superiores a 25 dB calculadas para cada ouvido para as frequências de 500, 1000, 2000, e 3000 Hz. Pondera-se a perda auditiva nos dois ouvidos, dando peso 5 à perda do melhor ouvido e 1 à perda do pior ouvido.
- O critério do BIAP – *Bureau International d'AudioPhonologie* – calcula as perdas auditivas a partir da média dos limiares tonais para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. No caso de a perda ser assimétrica, pondera-se a perda auditiva nos dois ouvidos, utilizando um coeficiente de valor 7 para o melhor ouvido e 3 para o pior ouvido, dividindo-se a soma por dez (Mendes, 2011). De acordo com a Tabela 11, o critério ainda permite classificar as perdas auditivas em seis categorias.

Tabela 11 - Classificação das perdas auditivas (Mendes, 2011).

Estado	Classificação das perdas auditivas
Normal	Perda auditiva inferior a 20 dB. Corresponde a uma perda ligeira sem incidência social.
Ligeira	Perda auditiva compreendida entre 21 dB e 40 dB. Uma conversa em tom normal é compreendida. Contudo, existem dificuldades se tal for realizada em voz baixa ou afastada.
Moderada	Entre 41 dB e 70 dB. O discurso é entendido quando se eleva o tom de voz. O indivíduo compreende melhor a mensagem se puder observar o interlocutor.
Severa	Entre 71 dB e 100 dB. O discurso é entendido apenas quando o tom de voz é forte e próximo da orelha.
Profunda	Entre 100 dB e 119 dB. O indivíduo é incapaz de perceber a palavra, apenas ruídos muito potentes.
Total	Perda média superior a 120 dB. Nenhuma percepção do ruído.

Informação, Formação e Consulta dos Trabalhadores

Conforme preconizado na legislação nacional, deve ser implementado um programa de informação, formação e consulta dos trabalhadores capaz de assegurar que os trabalhadores tenham conhecimento sobre: i) os riscos potenciais para a segurança e a saúde derivados da exposição ao ruído durante o trabalho; ii) as medidas tomadas para eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos resultantes da exposição ao ruído; iii) os valores limite de exposição e os valores de ação; iv) os resultados das avaliações e das medições do ruído, acompanhados de uma explicação do seu significado e do risco potencial que representam; v) a correta utilização dos protetores auditivos; vi) a utilidade e a forma de detetar e notificar os indícios de lesão; vii) as situações em que os trabalhadores têm direito à vigilância da saúde e viii) práticas de trabalho seguras que minimizem a exposição ao ruído. Ainda deve ser assegurada a informação e consulta dos colaboradores sobre a avaliação dos riscos e a identificação das medidas a tomar, as medidas destinadas a reduzir a exposição e a seleção de protetores auditivos.

Organização, Arquivo e Conservação dos Registos

O objetivo da organização, arquivo e conservação de registos relativos à avaliação da exposição ao ruído ocupacional, exames audiométricos e da formação dada aos trabalhadores, é assistir a entidade patronal a reconhecer e a corrigir os riscos associados aos locais de trabalho através do rastreio e análise estatística das lesões e doenças profissionais. Desta forma é possível avaliar e acompanhar a evolução dos efeitos dos programas de conservação da audição ao longo dos anos, bem como prever futuras situações de doenças profissionais (AESST, 2016).

3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Objetivos da Dissertação

A presente dissertação é pautada por uma posição marcadamente transversal em torno das perdas auditivas, em ambiente industrial e fora dele. Tem como objetivo geral, estudar, de forma retrospectiva, a relação entre as perdas auditivas e os fatores que poderão estar na sua origem.

Além do objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Verificar a possibilidade de estabelecer uma associação entre a variável dependente “perda auditiva” e as variáveis independentes “nível de exposição sonora”, “idade” e “tempo de exposição”, através de correlações estatísticas;
- Avaliar a pertinência da inclusão de fatores como a exposição ao ruído não ocupacional, historial médico e fatores pessoais no estabelecimento de PCA mais abrangentes, através da Análise Fatorial das Correspondências Binárias (AFCB);
- Avaliar as perdas auditivas dos trabalhadores de dois dos postos de trabalho mais ruidosos da Continental.

Com vista a atingir os objetivos principais do estudo referidos anteriormente, durante a prossecução do mesmo, surgiram, implicitamente, alguns objetivos secundários que se espera serem automaticamente atingidos com o desenvolvimento deste trabalho, sendo eles:

- Reforçar a importância da implementação de PCA adequados à realidade da empresa, e do seu constante acompanhamento, almejando a redução contínua da exposição dos trabalhadores a níveis sonoros excessivos;
- Comparar as perdas auditivas dos colaboradores segundo os critérios BIAP e do Decreto-Lei nº 352/2007.
- Aumentar a sensibilidade para a problemática das perdas auditivas, e desta forma, melhorar a perceção das medidas de controlo do ruído, estimulando a autoproteção e a identificação de situações perigosas.

3.2 Materiais e Métodos

A metodologia seguida para alcançar os objetivos definidos para o presente estudo encontra-se dividida em três etapas distintas:

1. Caracterização geral da empresa;
2. Recolha de dados das variáveis definidas;
3. Análise e tratamento estatístico dos dados recolhidos.

3.2.1 Caracterização Geral da Empresa

A primeira etapa do presente trabalho incidiu sobre o estudo aprofundado da empresa. Procurou-se conhecer a história da empresa, os produtos fabricados, as suas políticas, organização geral e estrutura dos departamentos, estudar, aprofundadamente, as diferentes etapas do processo produtivo, bem como as características do corpo social da empresa.

Uma vez que a empresa tem aproximadamente 1800 colaboradores, seria impossível elaborar o presente trabalho dentro dos prazos estipulados, caso a amostra considerada fosse a totalidade dos colaboradores. Posto isto, foram identificados e posteriormente escolhidos os locais de trabalho onde se verificaram níveis de pressão sonora mais elevados e, simultaneamente, onde trabalhava um número considerável de colaboradores, sendo aqueles os postos de trabalho da misturação e da vulcanização.

3.2.2 Recolha de Dados das Variáveis Definidas

A segunda etapa consistiu na recolha de dados respeitantes às variáveis em análise no presente estudo, sendo estas as perdas auditivas, o tempo de exposição, o nível de exposição, a idade e proteção auditiva. A aquisição dos dados foi feita seguindo quatro vias: i) consulta do quadro de pessoal atualizado para o ano de 2015, disponibilizado pela Direção das Relações Humanas; ii) consulta dos estudos gerais do ruído que se encontravam na posse da DSIA; iii) consulta dos audiogramas realizados pelos serviços clínicos da empresa para o cálculo das perdas auditivas dos colaboradores em estudo e iv) realização de inquéritos aos trabalhadores que fazem parte da amostra e do grupo de controlo, com o intuito de procurar conhecer o histórico clínico, profissional e pessoal relevante para o estudo.

Foram estabelecidos critérios para a aceitação dos dados recolhidos no terreno sobre as variáveis em estudo, o que conduziu à exclusão de alguns colaboradores, que inicialmente tinham sido selecionados para fazer parte do estudo.

Quadro de Pessoal

A consulta do ficheiro, com informações relativas ao quadro de pessoal, permitiu determinar duas variáveis em estudo, o tempo de exposição ao ruído ocupacional e a idade do colaborador.

O tempo de exposição foi calculado individualmente para cada colaborador, sendo a diferença entre a data de realização do último audiograma e a data de entrada na empresa.

À semelhança do tempo de exposição, a idade do colaborador foi calculada a partir da diferença entre a data de realização do último audiograma de cada colaborador e a respetiva data de nascimento.

Estudos Gerais do Ruído

A consulta dos estudos gerais do ruído, permitiu determinar o histórico do nível de exposição ocupacional individual ($L_{EX,8h}$) a que cada um dos colaboradores em estudo esteve exposto a partir da análise do quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho, desde o ano de entrada na empresa até à atualidade. Também incluem a caracterização do ruído em cada um dos postos de trabalho, o que permitiu determinar os locais de trabalho onde se registaram níveis de pressão sonora mais elevados a partir de medições feitas em todos os postos de trabalho.

A seleção dos setores da vulcanização e misturação, como os locais de trabalho a ser estudados, foi feita a partir da análise do estudo geral do ruído de 2015, tendo sempre em consideração o número de colaboradores que trabalhava nesses mesmos locais de trabalho. Para evitar a escolha de colaboradores que à data do presente estudo já não trabalhassem na empresa, foram selecionados os colaboradores a partir do último relatório geral de ruído existente, o de 2015.

A empresa tem implementado um sistema de melhoria contínua, o que permite afirmar que os níveis sonoros registados nos locais de trabalho em 2015, em comparação com os mesmos postos de trabalho, na maior parte das situações, não seriam superiores aos níveis sonoros verificados em anos anteriores.

Os estudos gerais do ruído são realizados anualmente por uma entidade externa. Até ao ano de 2012 inclusive, os estudos gerais do ruído encontravam-se em formato digital. Os documentos com os estudos gerais do ruído, para os anos anteriores a 2012, já se encontravam arquivados e disponíveis apenas em formato de papel, o que obrigou a compilar toda a informação necessária para uma folha de cálculo de EXCEL, possibilitando, desta forma, o seu tratamento estatístico. Para efeitos de cálculo do $L_{EX,8h}$ representativo do tempo de exposição ocupacional ao ruído individual, foram considerados os estudos gerais do ruído dos anos 2015, 2012, 2008, 2007, 2004 e 1999. Não foram analisados todos os estudos gerais do ruído disponíveis, pois tal seria inviável dentro dos prazos estipulados para a realização do presente estudo. Inicialmente, pensou-se considerar os estudos gerais do ruído apenas até 2004, justificando-se esta opção pelo facto de a média do tempo de trabalho da amostra em estudo ser de 12 anos, o que situaria o ano médio de entrada na empresa, em 2004. Contudo, para reduzir o erro associado à assunção de níveis de exposição que não correspondessem à realidade, foi considerado o estudo geral de ruído de 1999. Alguns relatórios gerais de ruído não apresentavam o nível de exposição sonora individualizado em função de cada colaborador, sendo apenas apresentado em função do local de trabalho. Como atualmente não existe informação disponível sobre o posto de trabalho que cada um dos colaboradores em estudo ocupava nessa altura, optou-se por excluir do estudo esses estudos gerais do ruído. Assim, considerou-se que os colaboradores que entraram para a empresa antes de 1999, estiveram expostos até essa data, aos níveis de pressão sonora registados no relatório geral de ruído de 1999.

O valor global da exposição individual diária contínua equivalente ao ruído durante o tempo de exposição foi calculado a partir da Expressão 16.

$$L_{EX,8h} = 10 \log\left(\frac{1}{T} \times \sum_1^n t_i \times 10^{0.1 \times L_{EX,8hi}}\right) \quad (16)$$

Em que,

$L_{EX,8h}$ – Nível sonoro contínuo equivalente, a que estaria exposto o trabalhador durante o período T, calculado para um período normal de 8 horas de trabalho;

T – Tempo total de exposição.

t_i – Tempo de exposição parcial, ao qual corresponde o $L_{EX,8hi}$;

$L_{EX,8hi}$ – Nível sonoro contínuo equivalente, a que estaria exposto o trabalhador durante o período t_i , calculado para um período normal de 8 horas de trabalho;

Atendendo ao carácter pontual das medições, foi necessário estimar os valores correspondentes aos períodos anteriores e posteriores ao período das medições, resultando num único valor global $L_{EX,8h}$.

No cálculo do $L_{EX,8h}$ para cada colaborador, foi tido em conta o critério da realização do último audiograma, pois estar-se-ia a cometer um erro significativo ao associar as perdas auditivas de um colaborador a um tempo de exposição que não correspondesse a essas mesmas perdas auditivas. Caso o colaborador não tenha realizado o exame audiométrico em 2015, o tempo de exposição utilizado no cálculo do $L_{EX,8h}$ não corresponde ao tempo real de trabalho do colaborador na empresa, mas sim à diferença entre o ano de entrada na empresa e o ano em que o exame audiométrico foi realizado.

Na Tabela 12, estão presentes os pressupostos assumidos no cálculo do $L_{EX,8h}$.

Tabela 12 – Pressuposto assumidos no cálculo do $L_{EX,8h}$.

Data de Admissão na Empresa	Pressupostos
[2012 a 2015]	Estiveram expostos no máximo até 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2015.
[2008 a 2012]	Estiveram expostos 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2015 e no máximo até 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2012.
[2007]	Estiveram expostos 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2015, 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2012 e 1 ano ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2008.
[2004 a 2007]	Estiveram expostos 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2015, 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2012, 1 ano ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2008 e no máximo até 3 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2007.
[1999 a 2004]	Estiveram expostos 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2015, 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2012, 1 ano ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2008, 3 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2007 e no máximo até 5 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2004.
<1999	Estiveram expostos 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2015, 4 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2012, 1 ano ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2008, 3 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2007, 5 anos ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 2004 e o número de anos compreendidos entre a data de entrada na empresa e o ano de 1999 ao $L_{EX,8h}$ determinado no estudo geral do ruído do ano de 1999.

O $L_{EX,8h}$ foi calculado para cada colaborador em função do respetivo tempo total de exposição (T), de acordo com as expressões presentes na Tabela 13. Em anexo, encontra-se uma tabela com exemplos de cálculo do $L_{EX,8h}$, considerando diversos cenários.

Tabela 13 - Cálculo do $L_{EX,8h}$ em função da data e realização do último audiograma.

Data de Admissão na Empresa	T (anos)	$L_{EX,8h}$ (dB(A))
2015	[1 a 4 anos]	$L_{EX,8h,2015}$
2014		
2013		
2012		
2011	[5 a 8 anos]	$10 \times \log\left(\frac{1}{T} \times (4 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2015}} + (T - 4) \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2012}})\right)$
2010		
2009		
2008		
2007	[9 anos]	$10 \times \log\left(\frac{1}{T} \times (4 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2015}} + 4 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2012}} + 1 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2008}})\right)$
2006	[10 a 12 anos]	$10 \times \log\left(\frac{1}{T} \times (4 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2015}} + 4 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2012}} + 1 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2008}} + (T - 9) \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2007}})\right)$
2005		
2004		
2003	[13 a 17 anos]	$10 \times \log\left(\frac{1}{T} \times (4 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2015}} + 4 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2012}} + 1 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2008}} + 3 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2007}} + (T - 12) \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2004}})\right)$
2002		
2001		
2000		
1999		
<1999	<= 18 anos	$10 \times \log\left(\frac{1}{T} \times (4 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2015}} + 4 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2012}} + 1 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2008}} + 3 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2007}} + 5 \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,2004}} + (T - 17) \times 10^{0,1 \times L_{EX,8h,1999}})\right)$

Para tentar perceber até que ponto os VAI, VAS e VLE, utilizados como chave para os PCA, são uma barreira segura para assegurar a conservação da audição, os valores da exposição diária efetiva de cada um dos colaboradores em estudo foram separados e incluídos nos seguintes intervalos: i) inferiores ao VAI; ii) compreendidos entre o VAI e o VAS ($80 \text{ dB(A)} < L_{EX,8h} < 85 \text{ dB(A)}$ e/ou $135 \text{ dB(C)} < L_{Cpico} < 137 \text{ dB(C)}$); iii) situados entre o VAS e VLE ($85 \text{ dB(A)} \leq L_{EX,8h} \leq 87 \text{ dB(A)}$ e/ou $137 \text{ dB(C)} \leq L_{Cpico} \leq 140 \text{ dB(C)}$) e iv) superior ao VLE ($87 \text{ dB(A)} < L_{EX,8h}$ e/ou $L_{Cpico} > 140 \text{ dB(C)}$).

Após esta separação por intervalos, procedeu-se à comparação das perdas auditivas associadas à exposição diária efetiva dos colaboradores, concluindo-se sobre a pertinência de elaborar PCA

mais abrangentes, que não se foquem exclusivamente na imposição do VLE e dos valores de ação consagrados na legislação.

Exames Audiométricos

No presente estudo, foi considerado o exame audiométrico mais recente de cada colaborador. Como grande parte dos exames audiométricos foram feitos entre 2014 e 2015, encontravam-se em formato digital, o que facilitou o tratamento dos dados.

Como os exames audiométricos são dados médicos sujeitos a confidencialidade, aquando da realização do inquérito foi solicitada por escrito e devidamente assinada, a autorização de cada um dos trabalhadores para ter acesso aos respetivos exames audiométricos.

A partir dos audiogramas consultados, foram calculadas as perdas auditivas para cada colaborador. Dos critérios apresentados no capítulo 2.3.5 “Avaliação e Monitorização da Função Auditiva dos Colaboradores”, foram utilizados os critérios BIAP e o do Decreto-Lei nº 352/2007 para calcular as perdas auditivas neste estudo. Todos os critérios permitem quantificar as perdas auditivas, contudo o critério BIAP também permite classificar as mesmas, tornando a interpretação mais intuitiva. Por outro lado, o critério BIAP considera as perdas auditivas nos dois ouvidos, o que permite uma compreensão mais realista da influência das perdas auditivas na capacidade real de perceção dos sons.

Os exames audiométricos realizados na empresa, consideram os limiares tonais para as frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz. Contudo, tanto o critério BIAP como o do Decreto-Lei nº 352/2007, calculam as perdas auditivas através da média dos limiares tonais para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, o que levou a não considerar as perdas auditivas registadas para as frequências de 250, 3000, 6000 e 8000 Hz. Para o critério BIAP, no caso de a perda ser assimétrica, ponderou-se a perda auditiva nos 2 ouvidos, utilizando um coeficiente de 7 para o melhor ouvido e de 3 para o pior ouvido, dividindo-se a soma por 10. No critério do Decreto-Lei nº 352/2007, a perda média é calculada sobre a média aritmética ponderada das perdas observadas para o melhor ouvido (menores perdas).

Inquéritos

O inquérito realizado aos trabalhadores no presente estudo, foi adaptado de um inquérito proveniente de uma tese de doutoramento em Engenharia de Produção, na Universidade do Minho, com o título de “Proteção Auditiva Individual em Ambientes Industriais” (Miguel, 1992). Foi dividido em cinco secções, tendo sido realizado sob a forma de entrevista pessoal e em suporte de papel, para cada um dos colaboradores selecionados. O inquérito tem como finalidade conhecer o antepassado dos indivíduos que constituem a amostra no que diz respeito a fatores pessoais, profissionais e sociais, que possam ter alguma influência nas perdas auditivas. No Anexo A, encontra-se o modelo do inquérito utilizado.

Durante a realização do inquérito, foi privilegiada a interação direta com o inquirido, para o motivar a responder seriamente às questões, e minimizar erros de interpretação. Antes de realizar o inquérito junto dos respondentes selecionados, realizou-se um pré-teste a 30 colaboradores representativos da amostra em estudo, com o objetivo de testar a fiabilidade temporal do inquérito, procurando identificar e eliminar potenciais erros que, eventualmente pudessem existir. Os 30 colaboradores selecionados para o pré teste, foram os primeiros a responder ao inquérito, voltando a fazê-lo quinze dias depois.

A primeira secção corresponde à identificação do colaborador. Visa obter informação relativa ao posto de trabalho ocupado, habilitações académicas, turno de trabalho, bem como número mecanográfico para poder cruzar a informação obtida com as restantes variáveis. A única diferença entre os inquéritos feitos ao grupo de controlo e à amostra em estudo encontra-se nesta secção. Para o grupo de controlo, o posto de trabalho foi substituído pelo departamento em que o colaborador trabalha e o turno de trabalho foi excluído, pois esses colaboradores não têm turnos de trabalho como os colaboradores que trabalham na produção.

A segunda secção do inquérito remete para o historial de exposição ao ruído, a nível profissional e não profissional. O objetivo é determinar se o indivíduo esteve exposto a ruído ocupacional muito intenso antes de ser admitido na empresa e se fora do horário de trabalho, desempenha atividades com exposição a ruído excessivo, que possam acentuar as perdas auditivas. Uma vez que só se dispõe de dados que permitem quantificar a exposição ocupacional ao ruído a partir da data de admissão na empresa, é extremamente importante determinar se o trabalhador tem passado ocupacional de exposição ao ruído. Caso estas questões não fossem analisadas, poder-se-ia estar a associar uma determinada perda auditiva a um nível de exposição sonora que não corresponderia à realidade.

Na terceira secção do inquérito, procurou-se apurar a existência de antecedentes pessoais, familiares, clínicos e exposição a substâncias ototóxicas que potenciam as perdas auditivas.

Seguidamente, na quarta secção, referente ao uso de EPI, procurou-se avaliar os hábitos de utilização de protetores auditivos durante o período laboral, os motivos pelos quais o indivíduo não utiliza protetores auditivos, o tipo de protetor auditivo utilizado. O motivo pelo qual as opções de resposta à pergunta “costuma utilizar proteção auditiva” são sempre/frequentemente ou às vezes/nunca, em contraste com o sim ou não habitual, prende-se com a consciência de que os trabalhadores que usassem proteção auditiva apenas esporadicamente iriam responder “sim” à pergunta, independentemente de utilizarem ou não proteção auditiva.

Por último, na quinta e última secção, procurou-se avaliar a perceção individual da acuidade auditiva através da comparação do resultado das audiometrias com a resposta dada pelos trabalhadores às perguntas “ouve bem?” e “sente zumbidos nos ouvidos?”

O contacto direto com os trabalhadores, durante a realização do inquérito, também teve como objetivo sensibilizá-los para as repercussões negativas que a exposição ao ruído ocupacional provoca na saúde, melhorar a perceção das medidas de controlo do ruído e realçar a importância do uso de protetores auditivos.

Crítérios para a Exclusão de Colaboradores do Estudo

O processo de exclusão de colaboradores do estudo, por não reunirem os requisitos necessários para o estudo, compreende duas etapas. A primeira fase de exclusão foi realizada antes da realização dos inquéritos, tendo sido aplicados os seguintes critérios de exclusão:

- Ausência do ano de nascimento e/ou ano de entrada na empresa;
- Indivíduos do sexo feminino;
- Ausência do colaborador nos estudos gerais de ruído considerados no presente estudo;
- Indisponibilidade para responder ao inquérito.

Após terem sido excluídos do estudo os colaboradores que não cumpriam os requisitos referidos anteriormente, foi feito o inquérito aos restantes colaboradores. A segunda fase de exclusão foi feita a partir da análise dos inquéritos, tendo sido rejeitados os colaboradores que se enquadravam numa ou mais das seguintes situações:

- Não autorização para aceder aos respetivos audiogramas;
- Indisponibilidade dos audiogramas;
- Os colaboradores que indicaram atividades profissionais anteriores à entrada na empresa com duração superior a 5 anos, com exposição a ruído “muito intenso”;
- Data de realização do último audiograma igual à data de admissão na empresa.

Idealmente, os fatores que são suscetíveis de influenciar as perdas auditivas e que não podem ser quantificados por falta de informação, deveriam ser retirados da amostra. Contudo, caso neste estudo se efetuasse esse procedimento, a amostra ficaria reduzida a um número muito reduzido de colaboradores.

3.2.3 Análise e Tratamento Estatístico dos Dados

Análise Exploratória dos Dados

Após a recolha e agrupamento numa folha de cálculo de EXCEL dos dados respeitantes às variáveis em estudo, procedeu-se ao tratamento estatístico dos dados. Numa primeira fase, procurou-se caracterizar a amostra em estudo e fazer a análise exploratória dos dados (entendida neste trabalho no sentido que lhe dá Benzécri (1973)) relativos às variáveis em estudo, através de uma análise univariada, recorrendo a gráficos circulares e descritores estatísticos básicos (média, moda, mediana, desvios-padrão, mínimo e máximo).

Correlação entre as variáveis em estudo

Posteriormente, recorrendo a uma análise estatística bivariada, procurou-se atingir um dos objetivos do estudo, que visa estudar a possibilidade de estabelecer uma associação entre a variável

dependente “perda auditiva” e as variáveis independentes “nível de exposição sonora”, “idade” e “tempo de exposição”.

A metodologia estatística utilizada para a prossecução deste objetivo, recaiu sobre as correlações de Pearson e Spearman. O primeiro passo para a escolha da estatística apropriada, consistiu em determinar se as variáveis em estudo eram adequadas à estatística paramétrica, o que implicou um teste à normalidade das variáveis em estudo através do teste de Kolmogorov – Smirnov. Decide-se pela utilização do coeficiente de correlação de Pearson em tratamento estatístico, caso as variáveis sigam uma distribuição normal (estatística paramétrica), ou pelo coeficiente de correlação de Spearman caso as variáveis em estudo não sigam uma distribuição teórica conhecida (estatística não paramétrica).

O coeficiente de correlação de Spearman é um tipo de medida de associação estatística que os estatísticos chamam de não-paramétrica, ao contrário do coeficiente de correlação de Pearson, que é uma medida estatística paramétrica. Isso significa que não existem restrições para o teste de significância do coeficiente de correlação de Spearman, ao passo que o teste de significância para o coeficiente de correlação de Pearson, depende da condição de normalidade da distribuição bidimensional das variáveis. Como não há restrições para o teste de significância do coeficiente de correlação de Spearman, este pode ser aplicado sempre (Pocinho, 2010; Roque, 2016).

O coeficiente de correlação de Spearman foi calculado de acordo com a Equação 17.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_i d_i^2}{N(N^2 - 1)} \quad (17)$$

Em que,

r_s – Coeficiente de correlação de Spearman;

d_i^2 - diferença entre as posições nas duas variáveis, isto é, $d_i = x_i - y_i$;

N – número de indivíduos da amostra.

O coeficiente de correlação de Pearson foi calculado a partir da Equação 18.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (18)$$

Em que,

r – Coeficiente de correlação de Pearson;

x_i – Valores medidos para a variável x ;

y_i – Valores medidos para a variável y ;

\bar{x} – Média aritmética da variável x ;

\bar{y} – Média aritmética da variável y ;

n - Número de indivíduos da amostra.

Após terem sido determinados os coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman, foi realizado o teste à significância dos coeficientes de correlação. Por vezes, um valor elevado do coeficiente de correlação, não é suficiente para garantir que existe de facto uma relação entre as duas variáveis, devendo-se sempre fazer o teste da significância. Quando o tamanho da amostra (n) é pequeno, é muito provável obter um emparelhamento perfeito entre as duas variáveis, apenas pelo acaso. Na presença destes casos, tanto as regras da pesquisa científica como as regras do bom senso, indicam-nos que não devemos considerar um valor alto do coeficiente de correlação como significativo. Por outro lado, quando n é grande, mesmo para valores baixos do coeficiente de correlação (por exemplo, $r \leq 0,3$), é difícil serem obtidos por mero acaso e, portanto, são considerados como significantes. É por isso muito comum hoje em dia lermos reportagens em jornais a afirmar que os resultados de um determinado estudo demonstraram que “existe uma pequena, mas significativa associação entre determinadas variáveis” (Pocinho, 2010; Roque, 2016).

Em estatística, aborda-se a questão da significância de um resultado usando-se o conceito de hipótese nula e respetivos testes de hipóteses. A hipótese nula (H_0) simplesmente assume que um dado resultado estatístico foi obtido apenas por acaso, devido a flutuações probabilísticas dos eventos medidos e não devido a um efeito real que cause o resultado. Sempre que se trabalha com uma hipótese para explicar um dado fenómeno, temos que considerar a possibilidade da existência de pelo menos uma hipótese concorrente a ela. No caso da estatística, a hipótese concorrente é chamada de hipótese alternativa (H_A) (Pocinho, 2010; Roque, 2016).

Normalmente, o limiar do valor de probabilidade abaixo do qual a hipótese nula é rejeitada é 5% ($p = 0,05$). Se a probabilidade do evento caso a hipótese nula esteja certa for menor que 5%, rejeita-se a hipótese nula; caso a probabilidade for maior que 5%, não se pode rejeitar a hipótese nula (Pocinho, 2010; Roque, 2016).

Para determinar a significância das correlações calculadas, foram utilizados os habituais testes t de Student⁷ segundo a Equação 19, para um nível de significância de 0,05.

$$t_0 = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad (19)$$

Em que,

t_0 – Valor de t de student calculado;

r – Coeficiente de correlação;

⁷ Como refere Marôco (2011), os testes não paramétricos são geralmente considerados como alternativa aos testes paramétricos quando as condições de aplicação destes, nomeadamente a normalidade da variável em estudo não se verifica. Contudo, especialmente para amostras grandes, os testes paramétricos, nomeadamente o t de *Student*, são bastante robustos mesmo quando a distribuição da variável em estudo não é do tipo normal, o que resulta da extensão do teorema do limite central. Tal é igualmente referido por Pestana e Gageiro (2008) e Roque (2016), quando salientam que este teorema do limite central permite a utilização do teste t de *Student* para uma amostra, sempre que a sua dimensão seja superior a 30. (Marôco, 2011; Pestana e Gageiro, 2008 e Roque, 2016).

n – Número de indivíduos da amostra.

Como a amostra contém “n” pares de dados, através da consulta das tabelas da distribuição t de Student, foi obtido o valor de t (α , n-2) para o valor de α de 0,05, onde graus de liberdade = n – 2 (Pocinho, 2010; Roque, 2016).

Caso $t_0 > t(\alpha, n-2)$ ou $t_0 < -t(\alpha, n-2)$, rejeita-se H_0 . Caso contrário, não se rejeita H_0 . Se H_0 for rejeitada, deve-se concluir que o valor de r obtido para a amostra é significativo e que existe correlação r entre as variáveis X e Y com nível de significância igual a 0,05 (a probabilidade p de se errar é menor do que 0,05). Se H_0 não for rejeitada, deve-se concluir que o valor obtido de r não é significativo: tanto pode haver correlação “r” como não haver correlação ($r = 0$) (Pocinho, 2010; Roque, 2016).

Análise dos Inquéritos

Seguidamente, foram analisados detalhadamente os inquéritos preenchidos pelos indivíduos da amostra em estudo e do grupo de controlo. Cada uma das perguntas contempladas no inquérito, foi tratada estatisticamente através de histogramas que se encontram nos apêndices A e B.

Análise Fatorial das Correspondências Binárias (AFCB)

Após terem sido analisadas as possíveis associações entre a variável dependente perda auditiva e as variáveis independentes nível de exposição, tempo de exposição e idade do colaborador e analisados estatisticamente os inquéritos, procurou-se analisar os fatores pessoais, profissionais, sociais e proteção auditiva dos colaboradores em estudo, que possam ter alguma influência nas perdas auditivas. Como existem variáveis de natureza qualitativa e quantitativa, o método estatístico utilizado para estudar a possível associação entre esta diversidade de variáveis foi a AFCB. O tratamento estatístico foi feito através do programa de estatística *Andad*⁸.

A AFCB é uma técnica estatística multivariada no domínio da análise fatorial que permite estudar a associação entre variáveis quantitativas e qualitativas. O propósito essencial da AFCB é estruturar estatisticamente uma agregação de variáveis projetadas num plano de eixos fatoriais (gráficos bidimensionais) que tenham componentes relacionais, procurando, todavia, neste caso das correspondências, encontrar aqueles eixos que possam traduzir uma dada associação otimizada das categorias relevantes. Por outras palavras, a análise fatorial estuda os inter-relacionamentos entre as variáveis (e as suas múltiplas modalidades, isto é, diferentes classes em que se subdividem as variáveis) que constituem os dados de partida, através da colocação em evidência de um conjunto de fatores simplificadores da dimensionalidade de um problema em estudo, num esforço para encontrar um conjunto de fatores que expressem o que as variáveis originais partilham em

⁸ Software utilizado neste trabalho e desenvolvido por Jorge Sousa e colaboradores, CVRM/IST, Versão 7.1 de 2000.

comum. Pressupõe a existência de um número menor de variáveis não observáveis subjacentes aos fatores, que expressam o que existe de comum nas variáveis originais (Pestana e Gageiro, 2008).

O recurso à análise de correspondências, enquanto técnica privilegiada de estudo estatístico, parte do pressuposto implícito na hipótese de estudo de que existem relações preferenciais entre variáveis, o que teoricamente se verifica entre as variáveis em estudo (Pestana e Gageiro, 2008).

A AFCB é normalmente utilizada no tratamento estatístico de quadros multidimensionais de grandes dimensões. Sobre uma matriz de *input* constituída por 0 e 1 (codificação binária), é possível encontrar características estruturais básicas, designadas por fatores, que melhor explicam as relações de proximidade e oposição no interior do conjunto das Q variáveis (e p modalidades), no interior do conjunto das n amostras e nos dois conjuntos em simultâneo. As linhas da matriz correspondem aos indivíduos em estudo, e as colunas às perguntas realizadas no inquérito e às variáveis perda auditiva, idade, nível de exposição e tempo de exposição ao ruído determinadas em paralelo. Formalmente, cada item do questionário constitui uma variável, para a qual se estabelece um conjunto de modalidades de resposta (Vieira, 2009).

Na Figura 15 encontra-se esquematizada a matriz de partida para a análise de dados, constituindo o primeiro passo deste método

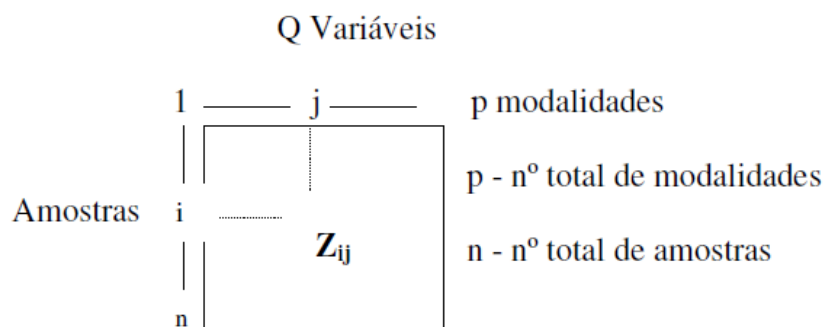


Figura 15 - Matriz de partida para a análise de dados (AFCB) (Pereira, 1990).

Antes de se passar para a análise fatorial de correspondências binárias, é necessário codificar os dados iniciais. Entende-se por codificação dos dados de partida, toda uma série de operações de manipulação dos dados, até se obter as matrizes de *input* que, posteriormente quando submetidas à AFCB, conduzem a resultados interpretáveis. Foram realizadas as seguintes operações: i) atribuição de um código identificador do indivíduo em estudo (linhas da matriz); ii) codificadas as modalidades que se inserem em cada uma das variáveis (colunas da matriz); iii) definidos os limites das classes para as diferentes modalidades; iv) desdobrada a matriz inicial em submatrizes e v) eliminação de algumas variáveis e/ou amostras. A associação entre variáveis é avaliada e validada caso a caso num processo dinâmico, a partir da interpretação da projeção das modalidades nos planos fatoriais. Nesta fase são ensaiadas várias combinações (pré-codificações) com vista à obtenção dos melhores resultados possíveis, o que frequentemente implica voltar atrás para que, numa perspetiva retroativa, se possam introduzir modificações nas codificações, aferindo sobre

eventuais melhorias que essas mesmas modificações tenham provocado na associação das variáveis em estudo. Quando deixar de ser possível encontrar melhorias, o processo de codificação das variáveis/modalidades, encontra-se concluído. A Figura 16 espelha, em traços gerais, as etapas envolvidas no método de AFCB (Vieira, 2009).

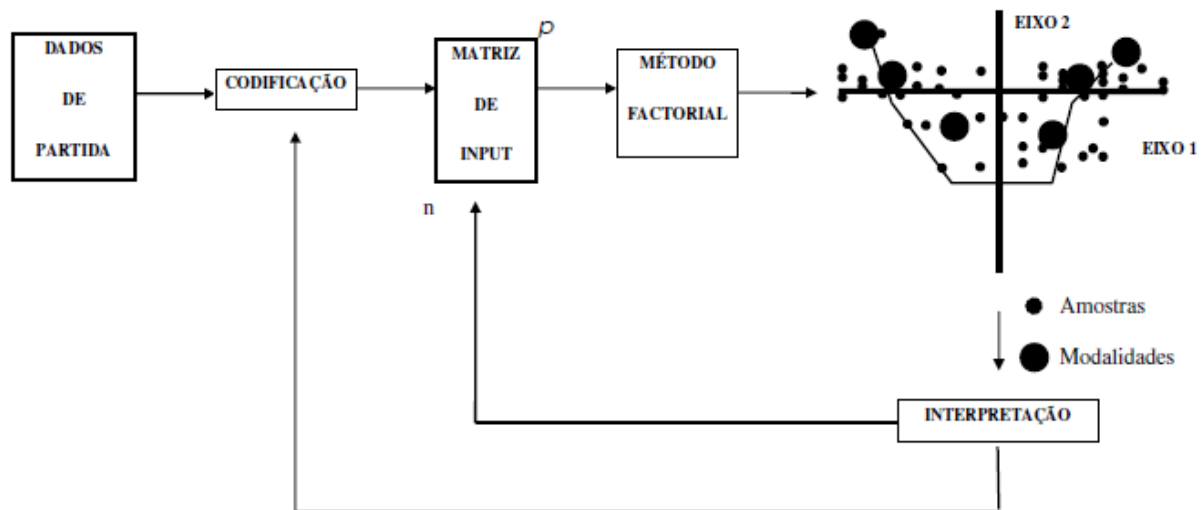


Figura 16 - Etapas de retro análise envolvidas no método da AFC (Pereira, 1990).

Uma vez que a matriz de dados inicial continha variáveis de natureza qualitativa (ordinal e nominal) e quantitativa, foi necessário assegurar a homogeneidade das variáveis através de uma prévia codificação dos dados de partida. O processo consistiu em transformar as variáveis quantitativas e qualitativas presentes no estudo, em variáveis ordinais subdivididas em várias classes, designadas por modalidades. Desde já se pode verificar que não há fronteiras rígidas entre variáveis ordinais e numéricas (o nível de exposição sonora, expresso por um número real, pode ser transformado na presença de uma certa modalidade de nível de exposição sonora - entre os 70 dB(A) e os 75 dB(A), por exemplo; a idade, tomada como variável ordinal - entre 20 e 30 anos -, pode ser transformada na idade exata do indivíduo) (Pereira, 1987).

Para assegurar o tratamento conjunto de todas as variáveis, é necessário garantir a coerência estatística do tratamento, através de uma codificação unificadora, usando um critério bem definido, mas flexível, de modo a poder, em qualquer passo do tratamento, alterar as fronteiras entre modalidades. Esse critério designa-se por codificação disjuntiva completa e consiste em estabelecer todas as modalidades possíveis de cada pergunta, passando as variáveis numéricas a ordinais através da definição de intervalos, adotando escalas para as perguntas de opinião não dicotómicas e tipificando coerentemente as modalidades relativas às perguntas abertas. A codificação diz-se disjuntiva porque as modalidades são mutuamente exclusivas e completa porque a cada indivíduo é atribuída necessariamente uma modalidade de resposta. O procedimento da codificação disjuntiva completa consiste em transformar a informação bruta retirada do questionário numa matriz em que cada inquirido ocupa uma linha e a cada modalidade de resposta corresponde uma coluna. Para cada pergunta de um bloco de Q colunas, codifica-se como 1 a

interseção da linha i com a coluna j : se o indivíduo de ordem i escolher a modalidade de ordem j e como 0 todas as outras modalidades da mesma pergunta. É através deste sistema de codificação que é possível tratar conjuntamente todos os tipos de variáveis, não fazendo depender o tratamento da forma sob a qual as perguntas são formuladas pelo especialista. Este sistema de codificação assegura que, seja qual for a natureza das observáveis, a soma em linha dos valores que surgem na matriz é constante e igual ao número de variáveis q , o que se traduz numa homogeneidade estatística necessária para o processamento subsequente. Sendo n o número de inquiridos, q o número de variáveis e $r(j)$ o número de modalidades da variável de ordem j , o número total de colunas da matriz de dados é dado a partir da Equação 20 (Pereira, 1987).

$$Q = \sum_{j=1}^q r(j) \quad (20)$$

Em que,

Q – Número total de colunas da matriz;

q – Número total de variáveis

$r(j)$ – Número de modalidades em que se divide a variável de ordem j .

Após a realização dos passos anteriormente referidos, na Tabela 14 apresenta-se um pequeno exemplo, limitado no número de amostras e de variáveis/modalidades do quadro que contém a matriz final dos dados tratados. A partir da referida matriz, são seleccionados o número de eixos fatoriais e de gráficos pretendidos com a projeção das colunas e das linhas da matriz nos planos fatoriais que representam espacialmente, as associações encontradas entre as diversas modalidades.

Tabela 14 – Exemplo da Matriz final dos dados tratados para aplicação da AFCB.

Variável	Turno					Posto de Trabalho		...	Nível de Exposição (dB(A))			
Modalidade (código) ⇒ Indivíduo ↓	TA	TB	TC	TD	TE	Vulc	Mist	...	<80	[80 a 85[	[85 a 87]	Le>
i_1	1	0	0	0	0	1	0	...	0	0	0	1
i_2	0	1	0	0	0	0	1	...	0	1	0	0
i_3	0	0	1	0	0	1	0	...	0	0	1	0
i_4	0	1	0	0	0	1	0	...	1	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	0	1	0	0
i_{211}	0	0	0	1	0	0	1	...	0	0	1	0

Seguidamente, são determinados os valores próprios de cada eixo fatorial e as respetivas percentagens de explicação dos resultados (taxa de inércia transportada) que cada eixo fatorial permite, sendo sinónimo da importância de cada um dos eixos. O resultado apresenta-se sob a forma de uma tabela com o valor próprio e a percentagem de explicação com o valor absoluto e os valores acumulados para os eixos fatoriais. Neste estudo, considerou-se que uma modalidade

estaria relacionada com o eixo fatorial, caso sua contribuição absoluta fosse superior ao quociente entre 100 e o número de modalidades. Assim, apenas se retiveram as modalidades que cumpriam este critério. A consideração dos fatores (eixos) a reter na análise, leva em linha de conta o poder explicativo que determinado fator tem para uma dada modalidade, embora a variabilidade explicada por esse fator possa ser reduzida. Por último, com ajuda de uma tabela com as coordenadas espaciais de cada modalidade em função dos eixos fatoriais, são interpretados os gráficos projetados, procurando-se estabelecer correlações entre as modalidades.

O modelo seguido na análise dos dados através da AFCB, foi uma combinação entre as metodologias mais gerais conhecidas por *Data Driven Approach* e *Model Driven Approach*. Na metodologia *Data Driven Approach*, o modelo fenomenológico e interpretativo do problema em estudo é construído a partir dos resultados obtidos, ou seja, os resultados conduzem a interpretação fenomenológica. Na metodologia *Model Driven Approach*, a opção interpretativa consiste no ajustamento dos resultados obtidos a um modelo conceptual previamente construído, no qual os dados terão como propósito a validação do modelo pré-concebido. A primeira metodologia tem vantagem sobre a segunda quando se dispõe de um “bom” conjunto de dados, no entanto, caso essa situação não se verifique, esta metodologia não deve ser utilizada, pois “fracos” registos iniciais nunca poderão originar bons modelos descritores da realidade uma vez que estes são construídos a partir de dados pouco credíveis. Na expectativa de obter os melhores resultados possíveis, no presente estudo, procurou-se reunir os aspetos positivos de cada uma destas metodologias através da combinação destas.

PARTE 2

4 RESULTADOS

Este capítulo de resultados encontra-se dividido em 4 subcapítulos. No primeiro, pretendeu-se fazer uma análise exploratória dos dados, o que permitiu caraterizar a amostra, o grupo de controlo e comparar os resultados obtidos para estes dois grupos amostrais. Seguidamente apresentam-se os resultados obtidos para as correlações estabelecidas entre as variáveis em estudo. No terceiro subcapítulo expõe-se os resultados dos inquéritos e por fim é aplicado o método de análise estatística multivariada AFCB, concluindo-se sobre as associações encontradas entre as modalidades extraídas do inquérito efetuado e as perdas auditivas, tempo de exposição, nível de exposição e idade do colaborador.

4.1 Análise Exploratória dos Dados

4.1.1 Caraterização da amostra

No total foi considerada uma amostra de 291 colaboradores, dos quais 156 pertenciam à misturação e 135 pertenciam à vulcanização, constatando-se que apenas 1 pertencia ao sexo feminino. Para a seleção da amostra, foi utilizado um procedimento aleatório, a amostragem por seleção racional. Neste estudo, procurou-se estudar os indivíduos sujeitos a níveis de pressão sonora elevados durante o período laboral, pelo que a amostra foi selecionada tendo em conta o critério da exposição ao ruído ocupacional. Uma vez que apenas um indivíduo pertencia ao género feminino, acabou por ser excluído do estudo, pois não era representativo em termos estatísticos. Desta forma, também se eliminou um fator que poderia condicionar a comparação dos resultados caso os indivíduos pertencessem a géneros distintos.

Após terem sido aplicados os critérios de exclusão referidos no capítulo 3.2.2, dos 291 colaboradores selecionados inicialmente, apenas foram selecionados 211 trabalhadores para integrar o estudo, dos quais 83 pertenciam ao setor da vulcanização e 128 ao setor da misturação. Na Tabela 15, estão referidos os indivíduos da amostra inicial que foram sendo excluídos do estudo, à medida que os critérios foram sendo aplicados.

Tabela 15 - Critérios de inclusão aplicados à amostra.

Número de Colaboradores	Critério
291	- Seleção inicial dos colaboradores do setor da misturação e vulcanização que fariam parte do estudo - Informação sobre o ano de entrada na empresa, idade do colaborador e género disponível.
290	- Género Masculino; - Estudos gerais do ruído em função do ano de entrada na empresa.
256	- Disponibilidade para preencher o inquérito.
254	- Autorizaram o acesso aos audiogramas.
253	- Disponibilidade de acesso aos audiogramas.
241	- Tempo de exposição superior a 1 ano.
211	- Não ter estado exposto a mais do que 5 anos a ruído intenso noutros locais de trabalho.

Na Tabela 16, encontram-se os descritores estatísticos básicos das variáveis em estudo, onde se inclui a média, mediana, moda, desvio-padrão, valor mínimo e valor máximo da amostra em estudo. Como se pode verificar, a média de idades para a amostra foi de 37 anos, o tempo médio de serviço de 12 anos, o nível médio de exposição foi de 90,8 dB(A) e as perdas auditivas médias foram de 12,9 dB segundo o critério BIAP, e de 8,0 dB para o critério do Decreto-Lei nº 352/2007.

Tabela 16 - Descritores estatísticos básicos das variáveis em estudo para a amostra.

Parâmetro	Nível de Exposição	Tempo de exposição (anos)	Idade (anos)	Perdas Auditiva (dB)	
	LEX,8h dB (A)			Critério BIAP	Critério Decreto-Lei (nº 352/2007)
Média	90,8	12,0	36,8	12,9	8,0
Mediana	84,3	12,4	36,0	10,0	6,5
Moda	82,3	11,8	38,3	6,0	2,0
Desvio-padrão	10,3	7,2	6,9	9,5	7,3
Mínimo	79,3	1,0	24,8	2,0	0,0
Máximo	123,2	37,9	62,6	51,0	53,0

A Tabela 17, estabelece a comparação entre as variáveis em estudo para os dois setores. Relativamente ao nível de exposição, conclui-se que o setor da vulcanização é mais ruidoso do que o setor da misturação. No que diz respeito ao tempo de exposição, verificou-se que no setor da vulcanização, os colaboradores têm aproximadamente mais dois anos de serviço e também são em média um ano e meio mais velhos, verificando-se também perdas auditivas superiores para estes colaboradores.

Tabela 17 - Comparação dos valores obtidos para as variáveis em estudo, para o setor da misturação e vulcanização.

Parâmetro	Nível de Exposição LEX,8h dB (A)	Tempo de exposição (anos)	Idade (anos)	Perda Auditiva (dB)	
				Critério BIAP	Critério Decreto-Lei (nº 352/2007)
Vulcanização	101,7	13,3	37,7	14,1	9,1
Misturação	83,6	11,2	36,2	12,1	7,3

De acordo com a classificação das perdas auditivas que o critério BIAP permite estabelecer, a partir da análise da Figura 17, 85 % dos colaboradores apresentam uma perda auditiva normal, 12% perda auditiva ligeira e 3% perda auditiva moderada, o que é um bom indicador, visto que a maior parte dos colaboradores se situam no nível mais baixo das perdas auditivas.

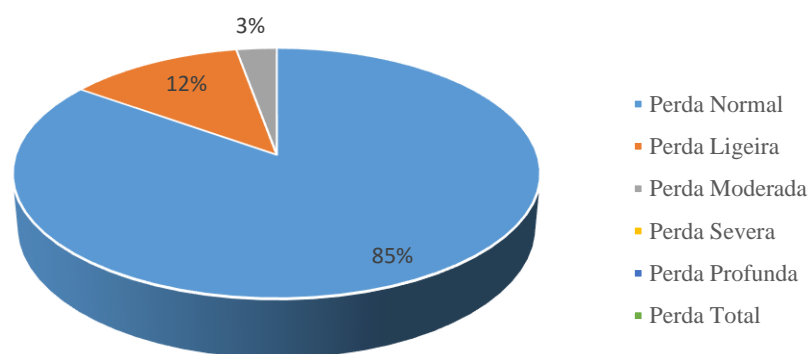


Figura 17 - Classificação das perdas auditivas da amostra, de acordo com o critério BIAP.

A partir da análise da Figura 18, é possível inferir que segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007, apenas 1% dos indivíduos da amostra têm direito a indemnização segundo a tabela nacional de incapacidades por acidentes de trabalho e doenças profissionais.

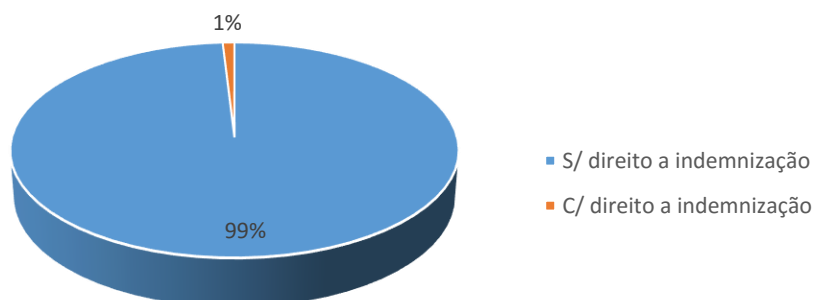


Figura 18 - Classificação das perdas auditivas da amostra, de acordo com o critério do Decreto-Lei nº 352/2007.

As perdas auditivas dos colaboradores foram agrupadas em função dos valores de ação inferiores, superiores e valores limite de exposição, definidos legalmente para os níveis de exposição. Como é possível verificar através da análise da Figura 19, apenas 1% dos colaboradores estiveram expostos abaixo do VAI, 56% dos trabalhadores estiveram expostos abaixo do VAS, 4% dos colaboradores excederam o VAS mas não ultrapassaram o VLE, e os restantes 39% ultrapassaram o VLE.

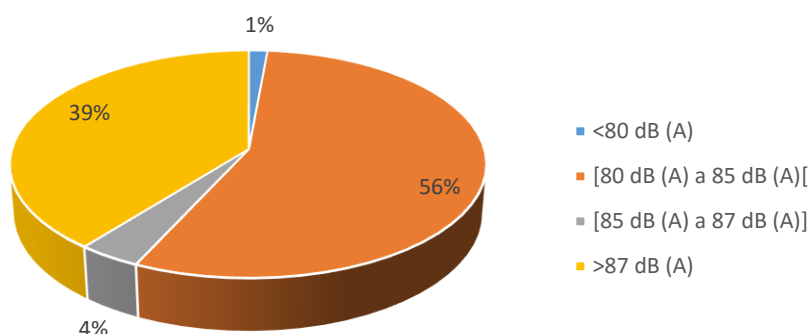


Figura 19 – Divisão da amostra por níveis de exposição.

A partir da análise da Tabela 18, é possível inferir que existe uma associação entre o nível de exposição e as perdas auditivas para os níveis de ação inferiores e superiores. Contudo, e contrariamente ao expectável, para os níveis de exposição que excedem o VLE, não se registaram os valores mais elevados das perdas auditivas.

Tabela 18 – Valores médios das variáveis em estudo para os VAI, VAS e VLE definidos legalmente.

Variável		<80 dB (A)	[80 dB (A) a 85 dB (A)]	[85 dB (A) a 87 dB (A)]	>87 dB (A)
Nível de Exposição (LEX,8h dB (A))		79,4	83,0	85,4	102,6
Tempo de exposição (anos)		1,7	10,4	16,3	14,2
Idade (anos)		31,7	35,7	39,3	38,4
Perda Auditiva (dB)	Critério BIAP	6,7	10,9	16,3	15,0
	Critério Decreto-Lei n° 352/2007	2,2	6,0	8,4	10,1

4.1.2 Caraterização do grupo de controlo

Com o intuito de testar a fiabilidade dos dados, foi considerado um grupo de controlo constituído por 30 colaboradores cujo local de trabalho era o escritório, pois encontravam-se expostos a níveis de pressão sonora inferiores em comparação com os colaboradores em estudo.

Para garantir a concordância entre os dois grupos amostrais, apenas foram considerados indivíduos do género masculino, tendo-se também procurado aproximar a média de idades do grupo de controlo à da população em estudo. Desta forma, excluiu-se à partida a possibilidade das diferenças entre as perdas auditivas da amostra e do grupo de controlo expectadas, serem influenciadas pela presbiacusia e pelo género.

Para a escolha dos 30 indivíduos do grupo de controlo, à exceção do requisito do local de trabalho do colaborador ter que ser no escritório e da idade do colaborador ter que se aproximar dos 37

anos, foram aplicados os mesmos critérios de seleção utilizados para amostra. Na Tabela 19, ilustram-se os indivíduos que foram sendo excluídos à medida que os critérios de seleção foram sendo aplicados.

Tabela 19 - Critérios de inclusão aplicados ao Grupo de Controlo.

Número de Colaboradores	Critério
40	- Género Masculino; - Idade próxima dos 37 anos; - Local de trabalho no escritório.
31	- Estudos gerais do ruído em função do ano de entrada na empresa; - Disponibilidade para preencher o inquérito; - Autorizaram o acesso aos audiogramas; - Disponibilidade de acesso aos audiogramas; - Tempo de exposição superior a 1 ano.
30	- Não ter estado exposto a mais do que 5 anos a ruído intenso noutros locais de trabalho.

Na Tabela 20 encontram-se os descritores básicos estatísticos para as variáveis em estudo para o grupo de controlo, onde se inclui a média, mediana, moda, desvio padrão, mínimo e máximo.

Tabela 20 - Descritores básicos estatísticos das variáveis em estudo para o grupo de controlo.

Parâmetro	Nível de Exposição	Tempo de exposição (anos)	Idade (anos)	Perda Auditiva (dB)	
	LEX,8h dB (A)			Critério BIAP	Critério Decreto-Lei (nº 352/2007)
Média	70,0	12,9	40,9	11,3	6,6
Mediana	-	11,5	39,7	9,5	5,5
Moda	-	-	30,7	10,0	4,5
Desvio-padrão	-	10,3	9,4	7,1	5,3
Mínimo	-	0,7	26,3	1,0	0,0
Máximo	-	39,4	60,9	42,0	30,0

Como se pode concluir a partir da análise da Tabela 20, para o nível de exposição, não existe mediana, moda, desvio padrão, mínimo e máximo, pois de acordo com os relatórios de ruído feitos nos locais dos escritórios, todos os indivíduos que trabalhavam nesta área encontravam-se expostos a níveis de pressão sonora de 70 dB (A). Como passam grande parte do período laboral na zona dos escritórios, e não havia maneira de quantificar o tempo que passavam fora desta zona, para o presente estudo foi considerado que estes colaboradores passavam 100 % do tempo nos escritórios, e como tal estariam todos eles expostos a 70 dB(A). Apesar de se ter tentado aproximar a idade dos indivíduos que fazem parte da amostra e dos indivíduos que pertencem ao grupo de controlo, a diferença entre a média das idades verificada para os dois grupos foi de aproximadamente 4 anos. O tempo de exposição médio foi de 13 anos, e as perdas auditivas médias foram de 11,3 dB segundo o critério BIAP, e de 6,6 dB para o critério do Decreto-Lei nº 352/2007.

Analisando a Figura 20, verificou-se que de acordo com o critério BIAP, 97% dos colaboradores pertencentes ao grupo de controle apresentam perdas auditivas consideradas normais e 3% apresentaram perdas auditivas moderadas.

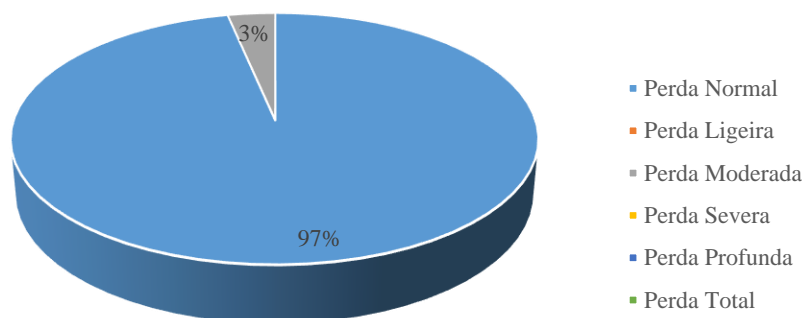


Figura 20 - Classificação das perdas auditivas do grupo de controle, de acordo com o critério BIAP

Interpretando a Figura 21, constatou-se que segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007, nenhum dos colaboradores pertencentes ao grupo de controle apresenta perdas auditivas que permitam o direito à indenização ou reparação devido à surdez profissional.

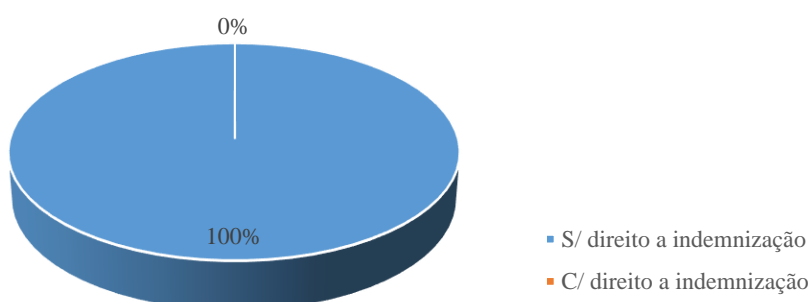


Figura 21 - Classificação das perdas auditivas do grupo de controle, segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007.

4.1.3 Comparação dos resultados da amostra com os do grupo de controle

A Tabela 21, representa um resumo geral dos valores obtidos para descritores básicos estatísticos das variáveis em estudo para a amostra e grupo de controle.

Tabela 21 – Comparação dos resultados obtidos para as variáveis em estudo, para a amostra e grupo de controlo

Parâmetro	Nível de Exposição (LEX,8h dB (A))					Tempo de exposição (anos)					Idade (anos)					Critério BIAP					Critério Decreto-Lei (nº 352/2007)				
	Amostra				Grupo Controlo	Amostra				Grupo Controlo	Amostra				Grupo Controlo	Estudo				Grupo Controlo	Estudo				Grupo Controlo
	<80 dB (A)	[80 dB (A) a 85 dB (A)]	[85 dB (A) a 87 dB (A)]	>87 dB (A)	70 dB (A)	<80 dB (A)	[80 dB (A) a 85 dB (A)]	[85 dB (A) a 87 dB (A)]	>87 dB (A)	70 dB (A)	<80 dB (A)	[80 dB (A) a 85 dB (A)]	[85 dB (A) a 87 dB (A)]	>87 dB (A)	70 dB (A)	<80 dB (A)	[80 dB (A) a 85 dB (A)]	[85 dB (A) a 87 dB (A)]	>87 dB (A)	70 dB (A)	<80 dB (A)	[80 dB (A) a 85 dB (A)]	[85 dB (A) a 87 dB (A)]	>87 dB (A)	70 dB (A)
Média	79,4	83,0	85,4	102,6	70,0	1,7	10,4	16,3	14,2	12,9	31,7	35,7	39,3	38,4	40,9	6,7	10,9	16,3	15,0	11,3	2,2	6,0	8,4	10,1	6,6
Mediana	79,3	83,2	85,5	103,5	-	1,5	11,9	16,5	13,6	11,5	31,5	35,3	37,8	37,2	39,7	5,0	9,0	13,0	11,0	9,5	0,0	5,0	8,3	8,0	5,3
Moda	79,3	82,3	-	-	-	-	12,4	-	11,8	-	-	38,3	-	-	30,7	-	6,0	13,0	11,0	10,0	-	7,0	-	4,0	4,5
Desvio-padrão	0,1	1,1	0,2	6,0	-	0,3	6,0	1,1	8,2	10,3	3,8	6,3	5,4	7,5	9,4	3,8	8,1	12,9	10,9	7,1	4,6	5,6	5,3	9,7	5,3
Mínimo	79,3	80,3	85,2	87,7	70,0	1,5	1,0	13,9	3,1	0,7	28,0	24,8	36,1	27,8	26,3	4,0	-2,0	4,0	2,0	1,0	-1,0	-8,0	2,5	-3,0	0,0
Máximo	79,5	85,0	85,6	123,2	70,0	2,1	35,2	17,2	37,9	39,4	35,6	56,7	52,3	62,6	60,9	11,0	44,0	46,0	51,0	42,0	7,5	28,0	18,5	53,0	30,0

Analisando a Tabela 21, conclui-se que apesar de os indivíduos do grupo de controlo estarem expostos a níveis de exposição ao ruído durante o período laboral mais baixos, não se verificou que as perdas auditivas destes indivíduos também fossem as mais baixas do estudo. Constatou-se que os colaboradores que estiveram expostos a um nível de exposição médio de 79,4 dB (A) e de 83,0 dB (A), apresentaram perdas auditivas inferiores às registadas para o grupo de controlo. Também se verificou a existência de uma grande discrepância entre as perdas auditivas dos colaboradores expostos a níveis de pressão sonora superiores a 85 dB(A) e os indivíduos expostos a níveis de pressão sonora inferiores a 85 dB (A).

Relativamente ao tempo de exposição, constatou-se que os indivíduos da amostra que trabalhavam há menos tempo na empresa, eram os que apresentavam níveis de exposição menores.

Quanto à variável idade do colaborador, os indivíduos do grupo de controlo são os mais velhos do estudo, seguidos dos colaboradores da amostra que estão expostos a níveis de exposição ao ruído superiores (85,4 (A) e 102,6 dB(A)).

Através da análise discriminada dos exames audiométricos por banda de frequência dos colaboradores que fizeram parte da amostra e do grupo de controlo, foi possível elaborar o gráfico que se encontra na Figura 22. Como é possível verificar, as perdas auditivas médias dos indivíduos pertencentes à amostra do estudo são ligeiramente superiores para todas as frequências consideradas nos exames audiométricos. Constatou-se que na frequência dos 4000 Hz, as perdas auditivas dos dois grupos em análise se aproximaram, ficando separadas apenas por 0,3 dB.

Como já foi referido no capítulo 2.3.4, confirmou-se para a amostra em estudo e para o grupo de controlo, que à medida que a exposição ao ruído se vai prolongando, o défice auditivo vai-se alastrando, formando-se um escotoma típico em U ou em V perceptível nos audiogramas, geralmente na frequência de 4000 Hz. De uma maneira geral, tanto para o grupo de controlo como para a amostra em estudo, verificaram-se perdas auditivas relativamente baixas para os espectros de frequências analisados.

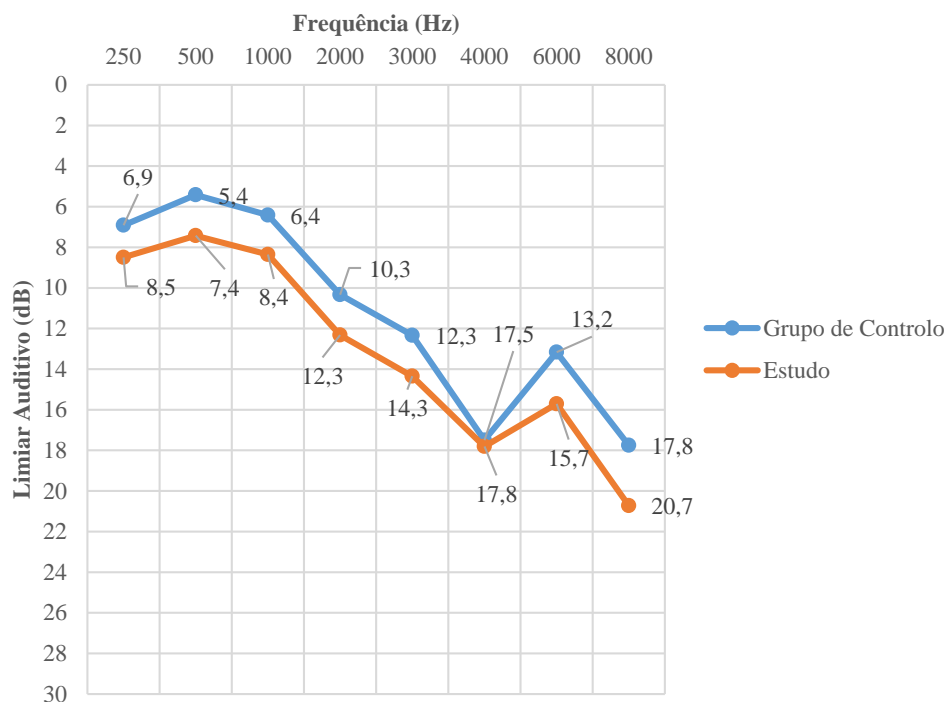


Figura 22 - Perdas auditivas médias em função da frequência.

4.2 Correlações entre as Variáveis em Estudo

Para atingir um dos objetivos da presente dissertação, procurou-se verificar a existência de uma associação entre a variável “perda auditiva” e as variáveis “nível de exposição sonora”, “idade” e “tempo de exposição”, através da determinação dos coeficientes de correlação.

Quer para a amostra em estudo quer para o grupo de controlo, foram efetuadas análises de correlação através do cálculo dos coeficientes de correlação de Spearman e de Pearson. Na Tabela 22 constam os resultados das correlações relativas às variáveis em análise, calculadas em conjunto com a amostra do estudo e grupo de controlo. A azul estão representados os coeficientes de correlação de Pearson, e a vermelho os coeficientes de correlação de Spearman.

Tabela 22 – Correlações de Spearman e Pearson obtidas para as variáveis em estudo.

		Nível de Exposição (anos)	Tempo de Exposição (anos)	Idade (anos)	Perdas Auditivas (dB)	
					Critério BIAP	Critério Decreto-Lei nº352/2007
Nível de Exposição (anos)		1,00	0,21	0,06	0,21	0,20
Tempo de Exposição (anos)		0,07	1,00	0,69	0,35	0,32
Idade (anos)		-0,06	0,79	1,00	0,38	0,35
Perdas Auditivas (dB)	Critério BIAP	0,13	0,39	0,41	1,00	0,86
	Critério Decreto-Lei nº 352/2007	0,16	0,37	0,36	0,85	1,00

Legenda:

- As correlações de cor vermelha representam as correlações de Spearman;
- As correlações de cor azul representam as correlações de Pearson.

Analisando a Tabela 22, verifica-se que regra geral tanto os coeficientes de Pearson como os de Spearman para as variáveis são baixos, o que indica uma não muito forte associação entre elas. Apenas se registaram duas associações fortes ($>0,6$), sendo elas entre a idade do colaborador e o tempo de exposição (0,79 para a correlação de Pearson e 0,69 para a correlação de Spearman) e entre o critério para o cálculo das perdas auditivas BIAP e do Decreto-Lei nº 352/2007 (0,85 para a correlação de Pearson e 0,86 para a correlação de Spearman). Teoricamente, estas associações já eram esperadas, visto que é normal que os trabalhadores que trabalham há mais tempo na empresa (tempo de exposição mais elevado) sejam os mais velhos e que as diferenças esperadas no cálculo das perdas auditivas utilizando os dois critérios também não sejam significativas.

Como as correlações de Pearson só devem ser utilizadas caso a distribuição de probabilidade conjunta para a população das variáveis em estudo seja normal bidimensional, simétrica e mesocurtica (estatística paramétrica), realizou-se o teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov à normalidade distribucional das variáveis. Após a aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov, chegou-se à conclusão que as variáveis não seguiam uma distribuição normal, o sugeriu a utilização de testes não paramétricos no tratamento estatístico. Por este motivo, foram utilizadas as correlações de Spearman em detrimento das correlações de Pearson. Sendo uma medida estatística não paramétrica, não existem restrições para o teste de significância do coeficiente de correlação de Spearman e, assim, este pode ser aplicado em qualquer circunstância (Pocinho, 2010; Roque, 2016).

Na Tabela 23 são apresentadas as correlações de Spearman para as variáveis da amostra em estudo, verificando-se uma vez mais que apenas foi possível estabelecer associações fortes entre as variáveis tempo de exposição e idade do colaborador e entre os dois critérios utilizados no cálculo das perdas auditivas.

Tabela 23 - Correlações de Spearman para as variáveis da amostra em estudo.

		Nível de Exposição (anos)	Tempo de Exposição (anos)	Idade (anos)	Perdas Auditivas (dB)	
					Critério BIAP	Critério Decreto-Lei nº352/2007
Nível de Exposição (anos)		1,00	0,27	0,20	0,25	0,24
Tempo de Exposição (anos)			1,00	0,68	0,32	0,30
Idade (anos)				1,00	0,37	0,33
Perdas Auditivas (dB)	Critério BIAP				1,00	0,87
	Critério Decreto-Lei nº352/2007					1,00

A Tabela 24 representa as correlações de Spearman para o grupo de controlo, constatando-se que além de se terem verificado as correlações fortes já esperadas entre a idade e o tempo de exposição e entre os dois critérios definidos para o cálculo das perdas auditivas, também surge uma

correlação considerável (0,55) entre as perdas auditivas calculadas segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007 e a idade do colaborador. Chama-se a atenção para o facto de não ter sido possível determinar as correlações entre a variável nível de exposição e as restantes variáveis, pelo motivo de ter sido assumido o mesmo nível de exposição para todos os colaboradores que fazem parte deste grupo.

Tabela 24 - Correlações de Spearman para as variáveis do grupo de controlo.

		Tempo de Exposição (anos)	Idade (anos)	Perdas Auditivas (dB)	
				Critério BIAP	Critério Decreto-Lei nº352/2007
Tempo de Exposição (anos)		1,00	0,80	0,52	0,47
Idade (anos)			1,00	0,52	0,55
Perdas Auditivas (dB)	Critério BIAP			1,00	0,75
	Critério Decreto-Lei nº352/2007				1,00

Por forma a averiguar a significância dos coeficientes de correlação determinados, efetuaram-se os habituais testes à significância dos coeficientes de Spearman, calculados para um nível de significância de 0,05.

Como resultado da aplicação do teste verificou-se, para todos os coeficientes calculados, a rejeição da hipótese nula, pois t_0 foi superior a $t(gl)$. Isto é, a rejeição da hipótese que estipulava a ausência de correlação significativa entre as variáveis remete-nos para a aceitação da hipótese alternativa que prevê como significantes os coeficientes de correlação determinados.

4.3 Inquéritos

Pré-teste

Para testar a fiabilidade temporal do inquérito e garantir a sua reprodutibilidade, realizou-se um pré-teste a 30 colaboradores representativos da amostra em estudo, procurando identificar e eliminar potenciais erros que, eventualmente pudessem existir. Os 30 colaboradores selecionados para o pré-teste, foram os primeiros a responder ao inquérito, voltando a fazê-lo quinze dias depois. Foram detetados e corrigidos alguns erros relativos à estrutura do inquérito e tiveram que ser reformuladas três questões para se tornarem mais inteligíveis. As perguntas “Utiliza / Utilizou como meio de transporte motocicleta ou outros veículos ruidosos?”, “Tem familiares com problemas auditivos?” e “Costuma ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais?” tiveram que ser reformuladas, pois 10 % dos participantes do pré-teste responderam de forma diferente às duas primeiras perguntas e 30% responderam de forma diferente à última pergunta. Para tentar perceber o motivo originou esta situação, foi privilegiada a interação com os colaboradores em questão, tendo-se chegado à conclusão, que na primeira pergunta teria que se tornar explícito que os carros não são considerados veículos

ruidosos, a segunda pergunta teve que ser reformulada para “Costuma / Costumava ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais?”, pois quando questionados sobre o motivo que os levou a responder de maneira diferente a esta questão nos dois inquéritos, todos eles afirmaram que no passado frequentavam locais de diversão ruidosos, contudo atualmente já não. Por último, a pergunta que questionava se os inquiridos tinham familiares com problemas auditivos manifestou suscitar dúvidas, pois os indagados não sabiam se a pergunta se estava a referir apenas aos familiares diretos ou a todos os familiares. A pergunta foi reformulada para “Tem familiares diretos com problemas auditivos?”.

Resultados das respostas aos inquéritos

Como tinha sido referido no capítulo 3.2.2, o inquérito aos colaboradores tinha como meta caracterizar o posto de trabalho, a história de exposição ao ruído no âmbito ocupacional e não ocupacional, a existência de características pessoais, familiares ou de fatores clínicos que influenciassem as perdas auditivas, dos hábitos de utilização de proteção auditiva e da perceção individual do estado auditivo. Seguidamente, são apresentadas as respostas dadas ao inquérito por parte dos inquiridos pertencentes à amostra e ao grupo de controlo. No apêndice A, encontram-se os histogramas relativos à percentagem de indivíduos que responderam a cada uma das questões do inquérito.

Na Tabela 25, apresentam-se os turnos a que pertencem os 211 colaboradores em estudo. Os turnos A, B e C laboram durante os dias de semana e os turnos D e E trabalham aos fins de semana, fazendo algumas compensações durante a semana. Verificou-se uma distribuição bastante homogênea dos colaboradores pelos turnos existentes.

Tabela 25 - Turno dos trabalhadores da amostra em estudo

Turno	Nº de colaboradores	Percentagem (%)
Turno A	34	16
Turno B	40	19
Turno C	42	20
Turno D	52	25
Turno E	43	20

Como já foi referido anteriormente, a estrutura dos inquéritos distribuídos pelo grupo de controlo e pela amostra em estudo é muito parecida. As únicas diferenças prendem-se com a ausência do turno para os trabalhadores que pertencem ao grupo de controlo e o posto de trabalho deixar de ser a misturação e a vulcanização, passando a ser os respetivos departamentos em que estes elementos se inserem.

Na Tabela 26, encontra-se a distribuição dos inquiridos do grupo de controlo pelas respetivas direções. Verificou-se que a direção mais representada é a Direção de Operações e Logística

(DOL), com 37% dos colaboradores. No lado oposto, encontra-se a Direção de Engenharia (DE), representada apenas por 2 colaboradores, o que representa 7% do total.

Tabela 26 – Direção dos colaboradores pertencentes ao grupo de controlo.

Direção	Nº de colaboradores	Percentagem (%)
DF	5	17
DOL	11	37
DTI	5	17
DIP	4	13
DE	2	7
DEI	3	10

Analisando a Tabela 27, verificou-se que 61% dos colaboradores participantes no estudo trabalhavam e os restantes 39% trabalhavam no setor da misturação. O ideal seria que metade dos colaboradores da amostra pertencessem ao setor da misturação e outra metade ao setor da vulcanização, contudo essa situação não foi possível devido à aplicação dos critérios de seleção.

Tabela 27 – Posto de trabalho ocupado pelos colaboradores.

Posto de Trabalho	Nº de colaboradores	Percentagem (%)
Misturação	128	61
Vulcanização	83	39

Na Tabela 28, apresentam-se os níveis de escolaridade dos colaboradores em estudo. Para a amostra, concluiu-se que apenas 3% têm até ao 4º ano de escolaridade, 25% têm entre o 5º e o 9º ano de escolaridade, 65% dos inquiridos têm escolaridade entre o 10º e o 12º ano e os restantes 7% têm escolaridade superior ao 12º ano. Em relação ao grupo de controlo, verificou-se que a maior percentagem dos colaboradores tem escolaridade superior ao 12º ano, o que se justifica pela exigência de um grau de escolaridade superior para os colaboradores nomeados para estas funções. Os restantes 20% dividem-se pela escolaridade do 5º ao 9º ano (3% dos inquiridos) e do 10º ao 12º ano (17% dos indagados).

Tabela 28 – Nível de Escolaridade dos trabalhadores em estudo.

Escolaridade	Amostra em estudo		Grupo de Controlo	
	Nº de colaboradores	Percentagem (%)	Nº de colaboradores	Percentagem (%)
Até ao 4º ano	6	3	0	0
5º - 9º ano	53	25	1	3
10º-12º ano	138	65	5	17
Superior ao 12º ano	14	7	24	80

Relativamente ao histórico profissional de exposição ao ruído, conclui-se que 25% dos colaboradores da amostra em estudo tiveram um passado de exposição ocupacional ao ruído excessivo noutras empresas, enquanto que os restantes 75% nunca tiveram nenhum passado de

exposição ao ruído. Para o Grupo de controlo, apenas se verificou que 1 colaborador (3%) teve um passado de exposição ocupacional ao ruído excessivo noutras empresas. Os restantes 97% não tiveram nenhum passado de exposição ao ruído. Na Tabela 29, apresentam-se os resultados obtidos para o historial profissional de exposição ao ruído.

Tabela 29 – Histórico profissional de exposição ao ruído da amostra em estudo.

Passado de exposição ocupacional ao ruído excessivo noutras empresas	Amostra em estudo		Grupo de Controlo	
	Nº de colaboradores	Percentagem (%)	Nº de colaboradores	Percentagem (%)
1 a 5 anos	53	25	1	3
6 a 10 anos	0	0	0	0
11 a 15 anos	0	0	0	0
16 a 20 anos	0	0	0	0
Superior a 20 anos	0	0	0	0
Nenhum passado de exposição ao ruído	158	75	29	97

Analisando os resultados obtidos para a amostra em estudo através da Tabela 30, constatou-se que 34% dos inquiridos afirmaram já ter prestado serviço militar e/ou ter estado presente em cenários de guerra, enquanto que 66% dos colaboradores nunca o fizeram. Verificou-se que 36 % dos trabalhadores já praticaram tiro ou caça, ou seja, aos 34% dos colaboradores que cumpriram serviço militar, juntaram-se alguns indivíduos que são ou já foram caçadores. Também se apurou que 10 % dos indagados praticam ou já praticaram desportos motorizados e 25 % dos inquiridos utilizam ou já utilizaram como meio de transporte motocicleta ou outro veículo ruidoso. Relativamente ao uso de ferramentas ruidosas fora do horário de trabalho, 25% dos colaboradores afirmaram utilizar. O hábito de ouvir música com frequência, visitar espetáculos musicais e frequentar bares e discotecas, manifestou ser o fator de exposição ao ruído não ocupacional que mais poderia influenciar as perdas auditivas, pois 68% dos colaboradores responderam afirmativamente a esta questão. Por último, apenas 4% dos indagados foram vítimas de rebentamentos ou explosões.

No que diz respeito ao grupo de controlo, o hábito de ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais manifestou ser uma vez mais o fator que mais contribuiu para as perdas auditivas, pois 53% dos inquiridos responderam afirmativamente a esta questão. A percentagem de colaboradores que prestaram serviço militar e que praticam/praticaram caça ou tiro, 17% e 20% respetivamente, foi inferior à verificada para a amostra em estudo. Um colaborador afirmou ser praticante de desportos motorizados e 37% dos inquiridos costumam utilizar a mota como meio de transporte. Por último, 23% dos colaboradores costumam utilizar ferramentas ruidosas em casa e apenas 1 colaborador foi vítima de rebentamentos ou explosões.

Importa realçar que estes resultados devem ser interpretados com algum cuidado, pois são desconhecidas as condições em que estas situações ocorreram. A questão central reside em saber

até que ponto as condições em que estas situações que podem originar as perdas auditivas ocorreram, são suficientes afetar o sistema auditivo. A título de exemplo, pode-se assumir que a prática de tiro foi uma realidade, contudo desconhece-se se foi utilizada proteção auditiva ou não, o que influencia significativamente os resultados. Em relação ao hábito de ouvir música com frequência ou frequentar frequentemente espetáculos, bares ou discotecas o mesmo se passa, pois não é possível quantificar o nível de exposição sonora a que estes indivíduos estiveram sujeitos.

Tabela 30 – Histórico de exposição ao ruído não profissional da amostra em estudo.

Origem do Ruído		Amostra em estudo		Grupo de Controlo	
		Nº de colaboradores	Percentagem (%)	Nº de colaboradores	Percentagem (%)
Prestou serviço militar e/ou esteve presente em cenários de guerra?	Sim	72	34	5	17
	Não	139	66	25	83
Pratica / Praticou caça ou tiro?	Sim	75	36	6	20
	Não	136	64	24	80
Pratica / Praticou automobilismo, motociclismo ou outros desportos motorizados?	Sim	21	10	1	3
	Não	190	90	29	97
Utiliza / Utilizou como meio de transporte motocicleta ou outros veículos ruidosos?	Sim	53	25	11	37
	Não	158	75	19	63
Costuma utilizar ferramentas ruidosas (berbequins, rebarbadoras, martelos, fresas, motosserra, roçadora, corta sebes, etc.), por exemplo numa oficina doméstica?	Sim	52	25	7	23
	Não	159	75	23	77
Costuma /costumava ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais?	Sim	143	68	16	53
	Não	68	32	14	47
Foi vítima de rebentamentos ou de explosões?	Sim	9	4	1	3
	Não	202	96	29	97

A Tabela 31 representa os resultados obtidos do inquérito para os antecedentes pessoais e familiares diretos que possam de certa forma contribuir para as perdas auditivas dos inquiridos. Relativamente aos antecedentes familiares, verificou-se que 84% dos colaboradores pertencentes à amostra em estudo têm familiares com problemas auditivos, enquanto que para os colaboradores a percentagem é de 87%, ligeiramente superior. No que concerne aos antecedentes pessoais, inferiu-se que para a amostra em estudo, o número de colaboradores que têm diabetes e que já sofreram um traumatismo craniano é muito pouco significativo (7% e 1% respetivamente). Para o grupo de controlo, também se concluiu que o número de indagados que têm diabetes é muito baixo (3%), contudo sendo a percentagem de inquiridos que já sofreram traumatismos cranianos de 17%, já manifesta ser significativa. Tanto para a amostra como para o grupo de controlo, quase metade dos colaboradores inquiridos fumam ou já fumaram regularmente (49% e 47% respetivamente), o que apresenta ser um antecedente com uma percentagem de contribuição significativa. Quanto ao antecedente relativo à existência de problemas nos ouvidos, para a amostra verificou-se que 19%

dos colaboradores manifestaram já ter tido problemas nos ouvidos enquanto que para o grupo de controlo, a percentagem foi de 27%. O antecedente que apresentou o maior número de respostas afirmativas tanto para a amostra como para o grupo de controlo foi o da contração de doenças infecciosas, 68% para a amostra em estudo e 67% para o grupo de controlo.

Apesar de a Continental Mabor pertencer ao setor industrial do ramo químico, onde são utilizados frequentemente solventes nos processos de fabrico, nos quais constam algumas substâncias potencialmente ototóxicas, como é o caso do benzeno e do tolueno, constatou-se a partir da análise dos relatórios dos agentes químicos feitos periodicamente nas instalações, que os valores dos solventes potenciadores de perdas auditivas se encontravam em, todas as ocasiões abaixo do valor limite legal. Outras substâncias ototóxicas como é o caso do chumbo e mercúrio não entram no processo produtivo. Posto isto, à partida foi considerado que os colaboradores não se encontravam expostos a substâncias ototóxicas em ambiente ocupacional. Ainda assim, 17% dos inquiridos afirmaram já ter estado expostos a substâncias ototóxicas. Para o grupo de controlo, apenas 10% dos colaboradores afirmaram já ter estado expostos a substâncias ototóxicas.

Tabela 31 – Antecedentes pessoais e familiares dos colaboradores em estudo.

Antecedentes			Amostra em estudo		Grupo de Controlo	
			Nº de colaboradores	Percentagem (%)	Nº de colaboradores	Percentagem (%)
Familiares	Tem familiares diretos com problemas auditivos?	Sim	33	16	4	13
		Não	178	84	26	87
Pessoais	Fuma ou fumou regularmente?	Sim	103	49	14	47
		Não	108	51	16	53
	Tem diabetes?	Sim	3	1	1	3
		Não	208	99	29	97
	Sofreu algum traumatismo craniano?	Sim	15	7	5	17
		Não	196	93	25	83
	Tem / teve algum problema nos ouvidos ? – (otites, rompimento do tímpano, intervenções cirúrgicas, cerúmen, etc.)	Sim	40	19	8	27
		Não	171	81	22	73
	Tem / teve alguma doença infecciosa? – (rubéola, meningite, varicela, sarampo, febre tifoide, sífilis, escarlatina, etc.)	Sim	143	68	20	67
		Não	68	32	10	33
Exposição a substâncias ototóxicas	Recebeu tratamentos com antibióticos ou anti-inflamatórios potencialmente ototóxicos, e/ou trabalhou com chumbo, benzeno, tolueno, mercúrio ou monóxido de carbono?	Sim	35	17	3	10
		Não	176	83	27	90

Analisando a Tabela 32, conclui-se que 61% dos colaboradores da amostra usam sempre ou frequentemente proteção auditiva, enquanto que 39% raramente ou nunca utilizam protetores

auditivos. Para aumentar a credibilidade destas respostas, aquando da realização dos inquéritos aos indivíduos da amostra em estudo, os inquiridos foram observados atentamente para verificar se estavam a usar proteção auditiva nesse momento. Relativamente aos indivíduos que afirmaram não utilizar proteção auditiva, 49% manifestaram que os protetores auditivos provocavam um incómodo geral, 16% deram como justificação o facto de não entenderem os sinais sonoros e as mensagens dos outros colegas, 14% afirmaram que o ambiente de trabalho não o permitia, 12% sentem que os protetores auditivos exercem pressão excessiva nos ouvidos e 8% afirmam que gostam de ouvir música enquanto trabalham, o que impede a utilização de proteção auditiva. Dos colaboradores que utilizam proteção auditiva, 86% utilizam tampões e 14% abafadores.

Uma questão pertinente que o presente inquérito pretendeu estudar, é o hábito de ouvir música em simultâneo com o uso de proteção auditiva quando são utilizados abafadores. Concluiu-se que 50% dos colaboradores que utilizam abafadores, ouvem música em simultâneo.

No inquérito feito ao grupo de controlo, foi mantida a parte da proteção auditiva, pois apesar de no local de trabalho estes colaboradores não utilizarem proteção auditiva, quando se deslocam à fábrica, poderão ou não utilizar. Foi com o objetivo de tentar quantificar a utilização de proteção auditiva nas deslocações ao interior da fábrica que se tentou explorar esta questão. Verificou-se que apenas 10% dos colaboradores utilizam proteção auditiva quando vão ao interior da fábrica, e só usam tampões. É uma percentagem manifestamente baixa. A justificação apontada por 48% dos inquiridos que não utilizam a proteção foi por o ambiente de trabalho não ser favorável, pois têm que andar constantemente a atender o telemóvel e a falar com as pessoas. Outros 48% dos colaboradores afirmaram que os protetores auditivos causam incómodo e 4% afirmaram que não entendem os sinais sonoros do interior da fábrica.

Tabela 32 - Utilização de proteção auditiva por parte dos colaboradores em estudo.

Questão		Amostra em estudo		Grupo de Controlo	
		Nº de Colaboradores	Percentagem (%)	Nº de Colaboradores	Percentagem (%)
Costuma utilizar proteção auditiva?	Sempre / frequentemente	128	61	3	10
	Às vezes / nunca	83	39	27	90
Em caso de resposta afirmativa, qual o tipo de protetor auditivo que utiliza?	Tampões	110	86	3	100
	Abafadores	18	14	0	0
No caso de utilizar abafadores, costuma ouvir música em simultâneo com os protetores auditivos?	Sim	9	50	0	0
	Não	9	50	0	0

Por último, procurou-se explorar a perceção da função auditiva através de duas perguntas específicas, constantes da Tabela 33, onde também se encontram os resultados obtidos. Para a amostra em estudo, verificou-se que 77% dos colaboradores sentem que ouvem bem e 16% sentem zumbidos nos ouvidos durante ou no fim do horário de trabalho. Relativamente ao grupo de

controle, um colaborador afirmou não ouvir bem e dois manifestaram sentir zumbidos nos ouvidos.

Tabela 33 - Percepção individual da audição dos indivíduos da amostra em estudo.

Questão		Amostra em Estudo		Grupo de Controle	
		Nº de Colaboradores	Percentagem (%)	Nº de Colaboradores	Percentagem (%)
Ouve bem?	Sim	162	77	29	97
	Não	49	23	1	3
Sente zumbidos (acufenos ou tinnitus) nos ouvidos?	Sim	33	16	2	7
	Não	178	84	28	93

4.4 Análise Fatorial das Correspondências Binárias (AFCB)

Neste subcapítulo apresentam-se os resultados da aplicação da AFCB. São apresentadas as associações encontradas entre as variáveis (nas suas diferentes modalidades) perda auditiva, o tempo de exposição, idade do colaborador, nível de exposição e as diversas variáveis do inquérito, relativas aos fatores pessoais, profissionais, sociais e proteção auditiva. Desta forma, procede-se ao tratamento estatístico em conjunto das variáveis quantitativas e qualitativas presentes no estudo.

Na Tabela C1, que se encontra no apêndice C, reproduz-se um quadro com as variáveis e indicação do respetivo nome, o número de modalidades (sub-variáveis ou categorias nas quais se dividem as variáveis), as designações das diferentes modalidades e as respetivas codificações, as frequências absolutas e respetiva percentagem em relação ao número total de inquiridos. No total foram consideradas 26 variáveis (Q) e 63 modalidades (p).

Como a modalidade escolaridade até ao 4º ano não era representativa do ponto de vista estatístico (frequência absoluta diminuta), decidiu-se agrupá-la à modalidade da escolaridade do 5º ao 9º ano, criando-se o novo intervalo dos indivíduos com escolaridade até ao 9º ano inclusive. As modalidades cujo passado de exposição ao ruído excessivo noutras empresas era superior a 5 anos também foram eliminadas, pois um dos critérios de seleção foi excluir os indivíduos que apresentavam um passado de exposição ao ruído noutras empresas superior a 5 anos. Desta análise foram excluídos os motivos pelos quais os colaboradores não utilizavam proteção auditiva, pois em nada influencia as perdas auditivas. Por último, foram também eliminadas as modalidades perda auditiva severa, profunda e total do critério BIAP, pois nenhum colaborador se encontrava nessas circunstâncias.

Numa primeira abordagem, a tabela construída e codificada em disjuntiva completa (ver Tabela 14), apresenta-se como uma matriz de 211 linhas por 63 colunas, cuja soma em linha é sempre igual a 26 (igual ao número de variáveis) e em coluna é igual à frequência absoluta de cada modalidade das diferentes variáveis. Para cada variável, a soma das frequências absolutas das suas modalidades é sempre igual ao número de indivíduos amostrados (n), e, portanto, o total em coluna (Q) e em linha (n), reproduz nQ. Esta propriedade é bastante importante, visto que, a tabela de

dados pode ser utilizada como justaposição de tabelas de contingência. As diferentes matrizes ensaiadas para este estudo foram tratadas pelo software informático estatístico *ANDAD*.

Foram definidos, à partida, 6 eixos fatoriais e 5 gráficos ilustrando os respetivos planos fatoriais. Interpretando os gráficos obtidos no primeiro ensaio, verificou-se que as modalidades **DiaS** (indagados que têm diabetes), **PaDS** (colaboradores que segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007 apresentam perdas auditivas), **Te30** (inquiridos com tempo de exposição compreendido entre os 21 e os 0 anos), **Te40** (trabalhadores com tempo de exposição compreendido entre os 31 e os 40 anos) e **ExpS** (colaboradores que já foram vítimas de rebentamentos ou de explosões) se projetavam a mais de dois desvios padrões, o que obrigou a que estas modalidades tivessem sido projetadas em suplementar. A projeção em suplementar das modalidades “anómalas” permite ultrapassar o conhecido efeito de diluição de representação das modalidades nos eixos fatoriais, facilitando, desta forma, a interpretação das projeções das restantes modalidades.

Partiu-se para um segundo ensaio, onde foram analisadas as mesmas 26 variáveis e 211 indivíduos, mas agora com apenas 58 modalidades. Analisando a Tabela 34, conclui-se que a contribuição de cada um dos eixos para a explicação dos resultados não varia significativamente, sendo o eixo 1 o que representa a percentagem de explicação maior (8,71%). Verificou-se ainda uma percentagem de explicação dos resultados acumulada dos seis eixos de 37,34%. Embora este valor possa parecer, aparentemente muito baixo, ele é fruto do elevado número de variáveis (modalidades) envolvidas no estudo, pelo que a sua leitura deverá ser relativizada considerando a dimensão da matriz de informação inicial.

Tabela 34 – Informação sobre os valores próprios, percentagem de explicação e percentagens acumuladas dos eixos fatoriais resultantes da AFCB.

	Valor Próprio	% Exp	% Acum
1	0,11	8,71	8,71
2	0,08	6,53	15,24
3	0,08	6,22	21,46
4	0,07	5,62	27,08
5	0,07	5,25	32,33
6	0,06	5,00	37,34

Como já referido no subcapítulo 3.2.3, no presente estudo apenas foram consideradas as modalidades cuja contribuição absoluta para a construção do eixo fatorial fosse superior a $100/p$ (p – número de modalidades). Este critério está relacionado com o valor que supostamente cada modalidade apresentaria numa eventual distribuição uniforme de probabilidades, desta forma retêm-se para análise todas as modalidades com uma contribuição absoluta superior a uma equiprobabilidade distribucional. Uma vez que para o ensaio 2 foram selecionadas 58 modalidades, retiveram-se as modalidades com contribuição absoluta superior a $1,72$ ($100/58 \approx 1,72$). Na Tabela D1 que consta do apêndice D, encontram-se representadas as modalidades com contribuição absoluta superior a $1,72$. Como se pode verificar através da sua

interpretação, as modalidades que representam os colaboradores pertencentes ao turno E (**TE**), indivíduos que nunca exerceram atividades com elevada exposição ao ruído noutras empresas durante um período que poderia ir até aos 5 anos (**NExp**), indagados que nunca praticaram nenhum desporto motorizado (**AutN**), colaboradores que nunca tiveram diabetes (**DiaN**), trabalhadores que já tiveram doenças infecciosas (**InfS**), questionados que não costumam sentir zumbidos nos ouvidos (**ZumN**) e indivíduos que de acordo com Decreto-Lei nº 352/2007 não têm perdas auditivas (**PaDN**), foram excluídas da AFCB porque em nenhum dos eixos fatoriais se verificou, para estas modalidades, contribuições absolutas superiores a 1,72.

Para além das análises acima expostas, apresenta-se na Tabela E1 do apêndice E, as coordenadas das modalidades nos eixos fatoriais para o ensaio 2. Os gráficos com os resultados das associações entre as modalidades que serão interpretados seguidamente, são obtidos a partir das Tabelas D1 e E1.

A Tabela 35 representa um resumo geral da AFCB, em particular das relações de proximidade/afastamento das modalidades em que foi possível estabelecer a interpretação dos gráficos obtidos para os 6 eixos fatoriais. Pode verificar-se, que para a cada eixo fatorial analisado, estão sempre associadas duas colunas, uma com as modalidades que se projetam em correlação positiva no semi-eixo positivo e a outra com as modalidades que se opõem, projetando-se também em correlação positiva, mas no semi-eixo negativo. Em todas as situações verificou-se que os grupos de modalidades em oposição ao longo do eixo fatorial analisado, estão fortemente correlacionados negativamente entre si. Na última linha da Tabela 35, para cada eixo fatorial, apresenta-se o correspondente gráfico a partir do qual foram obtidos os respetivos resultados.

Dada a profusão de gráficos obtidos com a aplicação da AFCB, optou-se pela reprodução no corpo principal da dissertação de apenas um gráfico representativo da interpretação de cada um dos eixos fatoriais.

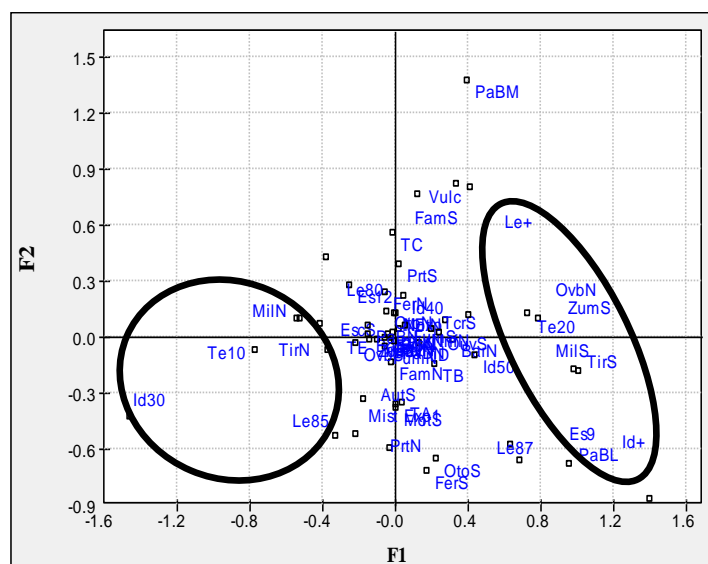
A leitura e consequente interpretação dos planos fatoriais tem que atender à relação dos eixos com as modalidades, à maneira como o eixo separa as modalidades (critérios geométricos de proximidade e afastamento) e, quando pertinente, aos aspetos morfológicos da nuvem das projeções das amostras nos planos fatoriais.

A análise dos gráficos obtidos a partir da aplicação da AFCB – Ensaio 2 (Figuras 23 a 28) obedece ainda a algumas regras de interpretação que passam pela simplicidade da interpretação, pela posição e contribuição absoluta das modalidades para a construção do eixo fatorial, pela forma da nuvem de projeções, cuja distribuição espacial pode dar indicações sobre a estrutura subjacente ao quadro de partida, etc. Chama-se à atenção para o facto de que, a proximidade das projeções não é por si só critério suficiente para inferir da qualidade da representação, há ainda que assegurar a representatividade da entidade projetada no plano fatorial.

Tabela 35 – Relações de proximidade/afastamento das modalidades nos eixos fatoriais

	Eixo 1 (Projeção das modalidades plano fatorial (F1, F2), interpretação de F1)		Eixo 2 (Projeção das modalidades plano fatorial (F2, F3), interpretação de F2)		Eixo 3 (Projeção das modalidades plano fatorial (F3, F4), interpretação de F3)		Eixo 4 (Projeção das modalidades plano fatorial (F4, F5), interpretação de F4)		Eixo 5 (Projeção das modalidades plano fatorial (F5, F6), interpretação de F5)		Eixo 6 (Projeção das modalidades plano fatorial (F1, F6), interpretação de F6)	
	Semi-eixo Positivo (horizontal)	Semi-eixo Negativo (horizontal)	Semi-eixo Positivo (horizontal)	Semi-eixo Negativo (horizontal)	Semi-eixo Positivo (horizontal)	Semi-eixo Negativo (horizontal)	Semi-eixo Positivo (horizontal)	Semi-eixo Negativo (horizontal)	Semi-eixo Positivo (horizontal)	Semi-eixo Negativo (horizontal)	Semi-eixo Positivo (vertical)	Semi-eixo Negativo (vertical)
Modalidades Relacionadas	Es9, MilS, TirS, OvbN, ZumS, PaBL, Te20 e Id+	MilN, TirN, Id30, Te10 e Le85	TC, Vulc, Es12, FerN, PrtS, FamS, PaBM e Le+	Mist, Es9, MotS, FerS, OtoS, PrtN, PaBL, Id+ e Le85	MilS, TirS, PabN, Id50, Te20, Le87	Vulc, Es9, MilN, TirN, FerS, PrtN, OvbN, PaBL, PaBM, Id+ e Le+	TA, Vulc, AutS, BarS, FumS, OtoS, Id30, Te10, Le80 e Le+.	Mist, BarN, FamS, FumN, OuvS, OvbN, ZumbS, PaBM, Le85 e Le87.	EscS, FerS, OuvN, InfN, OtoN e Le87.	TD, FerN, TcrS, OuvS, OtoS, OvbN, ZumS e Id50.	TB, Exp1, AutS, MotS, FumS, TcrS, OtoS, PrtS e Le87.	TC, MotN, FumN, OtoN, PrtN, OvbN, PaBL e Id+.
% EXP	8,71		6,53		6,22		5,62		5,25		5,00	
Figura nº	23		24		25		26		27		28	

Na Figura 23 projetam-se as modalidades do plano fatorial (F1, F2). Interpretando o eixo horizontal F1, no semi-eixo positivo, projetam-se em correlação positiva (modalidades fortemente associadas) as modalidades **Es9**⁹ (modalidade que engloba o nível de escolaridade até ao 9º ano), **MilS** (inquiridos que afirmaram ter prestado serviço militar), **TirS** (indagados que praticam/praticaram tiro ou que são/foram caçadores), **OvbN** (indivíduos que têm a percepção de que não ouvem bem), **ZumbS** (colaboradores que sentem zumbidos nos ouvidos), **PaBL** (perdas auditivas classificadas como ligeiras segundo o critério BIAP), **Id+** (trabalhadores que têm mais do que 50 anos de idade), **Te20** (colaboradores que trabalham na empresa há mais do que 10 anos e há menos do que 20 anos) e **Le+** (indagados que estão expostos a um $L_{EX,8h}$ superior a 87 dB(A)). Analisando as modalidades provenientes do inquérito, verificou-se que os indivíduos com escolaridade mais baixa são os que prestaram serviço militar e também praticaram tiro, têm a percepção de que não ouvem bem e sentem zumbidos nos ouvidos. Combinando os resultados do inquérito com as outras variáveis em estudo, foi possível estabelecer uma associação entre estes indivíduos e as perdas auditivas ligeiras de acordo com o critério BIAP, indivíduos com idade superior a 50 anos, inquiridos que trabalham na empresa há mais do que 10 anos e há menos do que 20 anos e indivíduos que estão expostos aos níveis sonoros mais elevados. Em oposição, encontram-se também em correlação positiva as modalidades **MilN** (inquiridos que afirmaram não ter prestado serviço militar), **TirN** (indagados que nunca praticam/praticaram tiro e/ou que nunca foram caçadores), **Id30** (trabalhadores que têm até 30 anos de idade), **Te10** (colaboradores que trabalham na empresa há 10 anos ou menos) e **Le85** (indivíduos que estão exposto a um $L_{EX,8h}$ maior ou igual a 80 dB(A) e menor do que 85 dB(A)). Os colaboradores que não prestaram serviço militar, também não praticam tiro, são indivíduos novos, pois pertencem ao escalão etário mais baixo do estudo, trabalham na empresa há poucos anos e também estão expostos a um $L_{EX,8h}$ não muito elevado (**Le85**). Os grupos de modalidades em oposição ao longo do eixo fatorial analisado, estão fortemente correlacionados negativamente entre si.



Analisando a Figura 24 que projeta as modalidades no plano fatorial (F2, F3) e interpreta F2, verificou-se que no semi-eixo positivo, projetam-se em correlação positiva as modalidades **TC** (indivíduos pertencentes ao turno C), **Vulc** (inquiridos que trabalham no setor da vulcanização), **Es12** (com escolaridade entre o 9º e o 12º ano), **FerN** (indivíduos que afirmaram não utilizar ferramentas ruidosas em casa), **PrtS** (indagados que costumam utilizar proteção auditiva durante o período laboral), **FamS** (trabalhadores que têm familiares diretos com problemas auditivos), **PaBM** (colaboradores com perda auditiva classificada como moderada segundo o critério BIAP) e **Le+**. Os indivíduos selecionados que pertencem ao turno C, trabalham maioritariamente no setor da vulcanização, tendo-se também constatado que a maior parte tem escolaridade entre o 9º e o 12º ano. Não costumam utilizar ferramentas ruidosas em casa, utilizam proteção auditiva durante o período laboral e também afirmaram ter familiares diretos com problemas auditivos. Foi ainda possível estabelecer uma associação entre estas modalidades e as perdas auditivas moderadas de acordo com a classificação feita pelo critério BIAP e o nível de exposição superior a 87 dB(A). No eixo 1 (F2), semi-eixo negativo, projetam-se em associação positiva as modalidades **Mist** (trabalhadores do setor da misturação), **Es9**, **MotS** (inquiridos que utilizam/utilizaram como meio de transporte mota ou outro veículo ruidoso), **FerS** (que utilizam ferramentas ruidosas fora do horário laboral), **OtoS** (indagados que afirmaram ter recebido tratamentos com anti-inflamatórios ou antibióticos potencialmente ototóxicos e/ou trabalharam com cumbo, benzeno, tolueno, mercúrio ou monóxido de carbono), **PrtN** (trabalhadores que não costumam utilizar proteção auditiva durante o período laboral), **PaBL**, **Id+** e **Le85**. Verificou-se que, regra geral, os colaboradores que trabalham no setor da misturação têm um nível de escolaridade inferior ao dos colaboradores que trabalham na vulcanização, costumam utilizar como meio de transporte motocicleta ou outro veículo ruidoso, têm por hábito utilizar ferramentas ruidosas em casa, afirmaram ter recebido tratamentos com anti-inflamatórios ou antibióticos potencialmente ototóxicos e/ou trabalharam com chumbo, benzeno, tolueno, mercúrio ou monóxido de carbono e a percentagem de indivíduos que utilizam proteção auditiva no setor da misturação é inferior à dos trabalhadores da vulcanização. Por último, apurou-se uma associação entre as modalidades descritas anteriormente e as perdas auditivas classificadas como ligeiras segundo o critério BIAP, indivíduos com idade superior a 50 anos e $L_{EX,8h}$ situado entre os 80 e os 85 dB(A). Tal como referido anteriormente, as modalidades projetadas em cada semi-eixo estão correlacionadas positivamente entre elas, mas negativamente em relação ao grupo de modalidades que se lhes opõe.

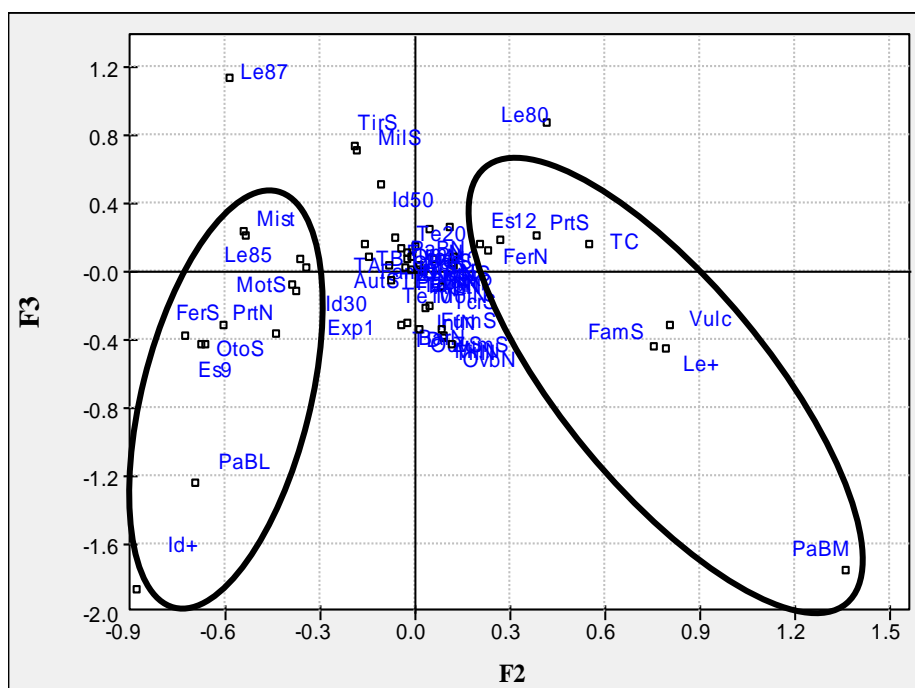


Figura 24 - Projeção das modalidades no plano fatorial (F2, F3). Interpretação de F2

Observando a Figura 25 que traduz a projeção das modalidades plano fatorial (F3, F4) e a interpretação do eixo F3, constatou-se que no semi-eixo positivo estão correlacionadas as modalidades **MilS**, **TirS**, **PaBN** (inquiridos com perda auditiva classificada como normal segundo o critério BIAP), **Id50** (trabalhadores com idade compreendida entre os 40 e os 50 anos de idade), **Te20** e **Le87** (colaboradores que estão expostos a um $L_{EX,8h}$ maior ou igual a 85 dB(A) e menor do que 87 dB(A)). Os indivíduos que prestaram serviço militar e praticam/praticaram tiro estão associados às perdas auditivas classificadas como normais segundo o critério BIAP, têm idade compreendida entre os 40 anos e os 50 anos de idade, tempo de exposição ao ruído compreendido entre 10 e os 20 anos e por fim, estão expostos a níveis de exposição ao ruído consideráveis. Do lado oposto (semi-eixo negativo F3), encontra-se o grupo em forte correlação negativa com o anterior, constituído pelas modalidades **Vulc**, **Es9**, **MilN**, **TirN**, **FerS**, **PrtN**, **OvbN**, **PaBL**, **PaBM**, **Id+** e **Le+**. Associam-se positivamente as modalidades que representam os colaboradores do setor da vulcanização, escolaridade até ao 9º ano, ausência de serviço militar e de prática de tiro, utilização de ferramentas ruidosas fora do horário laboral, ausência de proteção auditiva, percepção de que não ouve bem, perdas auditivas classificadas como ligeiras e moderadas segundo o critério BIAP, colaboradores com idade superior a 50 anos e por último nível de exposição superior a 87 dB(A).

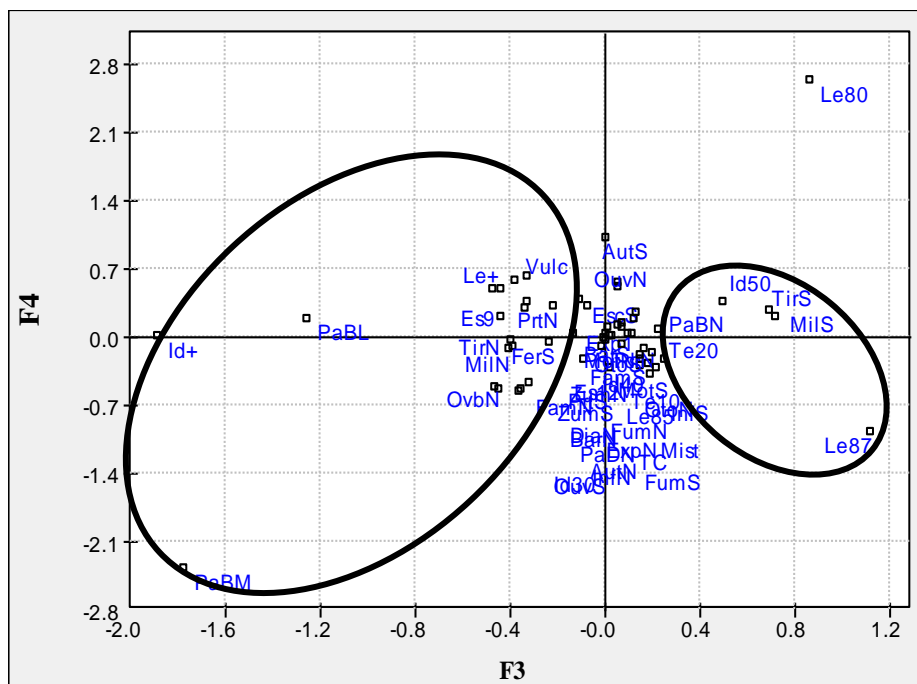


Figura 25 - Projeção das modalidades no plano fatorial (F3, F4). Interpretação de F3.

Na Figura 26, encontra-se a projeção das modalidades no plano fatorial (F4, F5). Interpretando o eixo F4, verifica-se que na sua parte positiva (semi-eixo positivo), projetam-se em associação positiva as modalidades correspondentes aos indivíduos que trabalham no turno A (**TA**), aos colaboradores que trabalham no setor da vulcanização, indivíduos que praticam ou já praticaram desportos motorizados (**AutS**), indagados que costumam / costumavam ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais (**BarS**), **Vulc**, colaboradores que fumam ou já fumaram regularmente (**FumS**) e ainda indivíduos que afirmaram já ter estado expostos a substância ototóxicas (**OtoS**). Ainda se verificou uma associação positiva entre as modalidades referidas anteriormente e as variáveis idade (**Id30**), tempo de exposição (**Te10**), nível de exposição **Le80** (indivíduos que estão expostos a um $L_{EX,8h}$ menor do que 80 dB(A)) e (**Le+**). Na parte negativa do semi-eixo F4, projetam-se em associação positiva as modalidades **Mist**, **BarN** (colaboradores que não costumam / costumavam ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais), **FamS**, **FumN** (sujeitos que nunca fumaram regularmente), **OuvS** (indagados que afirmaram ter ou já ter tido algum problema nos ouvidos que pudesse afetar a audição), **OvbN**, **ZumbS**, **PaBM**, **Le85** e **Le87**. Uma vez mais, as modalidades projetadas em cada semi-eixo estão correlacionadas positivamente entre elas, contudo encontram-se associadas negativamente em relação ao grupo de modalidades que se lhes contrapõe.

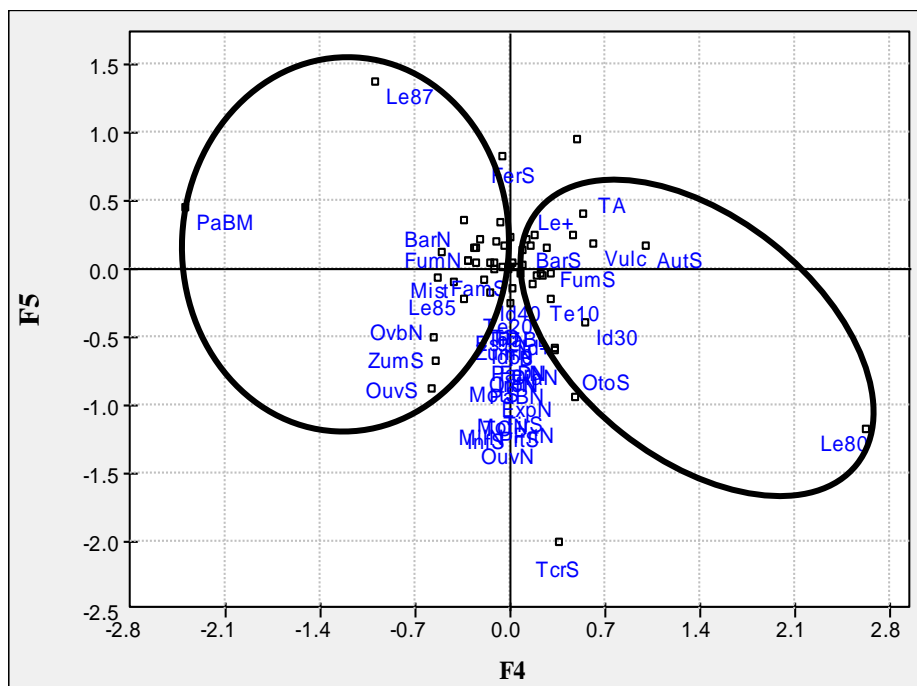


Figura 26 - Projeção das modalidades no plano fatorial (F4, F5). Interpretação de F4.

Examinando a Figura 27, onde se projetam as modalidades no plano fatorial (F5, F6) e é feita a interpretação do eixo F5, foi possível estabelecer uma forte associação positiva no semi-eixo positivo, entre os indivíduos representados pelas modalidades **EscS**, **FerS**, **OuvN** (inquiridos que nunca tiveram nenhum problema nos ouvidos que pudesse influenciar a audição), **InfN** (colaboradores que nunca tiveram nenhuma doença infecciosa), **OtoN** (sujeitos que nunca estiveram expostos a substância ototóxica) e por último, **Le87**. No semi-eixo negativo, projetam-se em correlação positiva as modalidades pertencentes aos indivíduos do turno D (TD), **FerN**, **TcrS** (inquiridos que já sofreram traumatismos cranianos), **OuvS**, **OtoS**, **OvbN**, **ZumS** e **Id50**. Voltou-se a verificar que os grupos de modalidades identificados (grupos de modalidades em oposição ao longo do eixo fatorial analisado) estão fortemente correlacionados negativamente entre si.

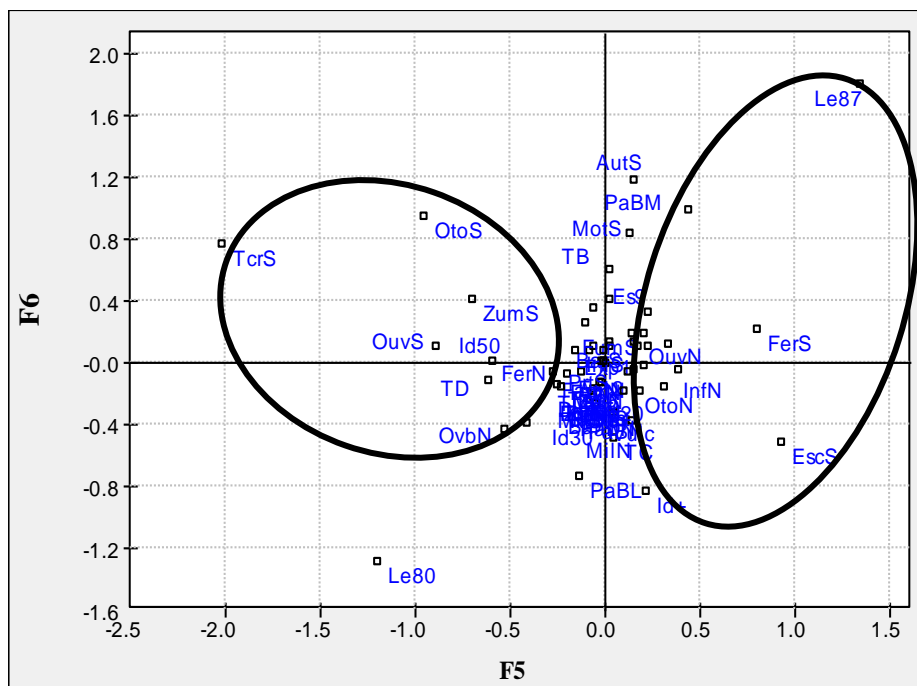


Figura 27 - Projeção das modalidades no plano fatorial (F5, F6). Interpretação de F5.

Por último, interpretando o eixo F6 a Figura 28 que representa a projeção das modalidades no plano fatorial (F1, F6). No eixo vertical (F6), semi-eixo positivo, projetam-se em associação positiva as modalidades que representam os indivíduos pertencentes ao turno B (**TB**), **Exp1** (inquiridos que estiveram expostos a ruído excessivo noutras empresas até 5 anos), **AutS**, **MotS**, **FumS**, **TcrS** (inquiridos que já sofreram traumatismos cranianos), **OtoS**, **Prts** e **Le87**. No eixo vertical (F6), semi-eixo negativo, também se projetam em correlação positiva as modalidades **TC**, **MotN** (indagados que nunca utilizaram como meio de transporte mota ou outro veículo ruidoso), **FumN**, **OtoN**, **Prtn**, **OvbN**, **PaBL** e **Id+**. Os dois grupos de modalidades identificados encontram-se em oposição o que traduz uma forte correlação negativa entre eles.

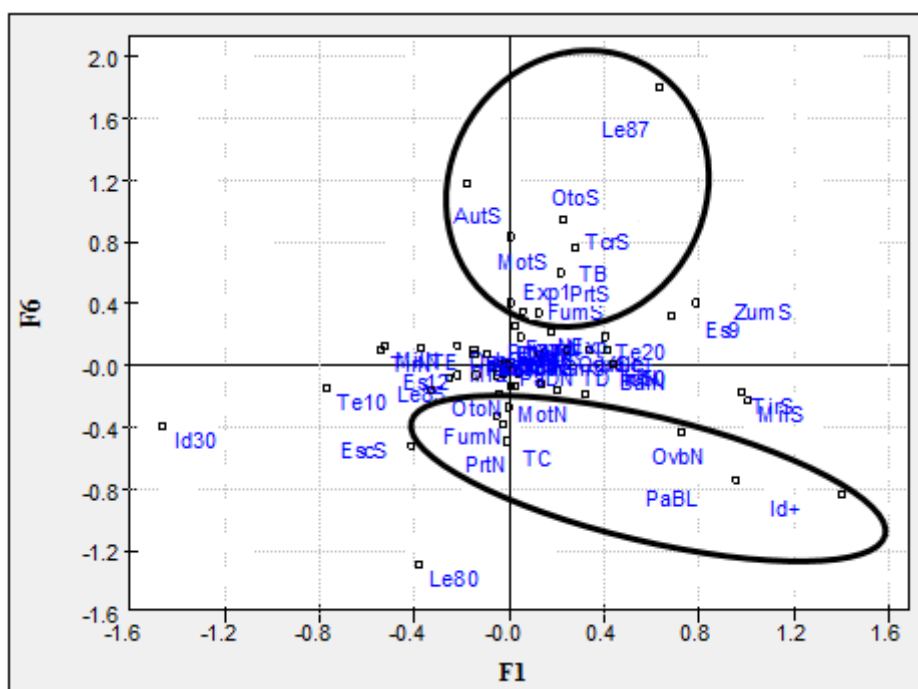


Figura 28 - Projeção das modalidades plano fatorial (F1, F6). Interpretação de F6

Com o intuito de averiguar se efetivamente, os dois grupos analisados (amostra em estudo e grupo de controlo) apresentam comportamentos distintos, foi realizado um terceiro ensaio, onde foram efetuadas aplicações AFCB à totalidade da informação disponível (amostra em estudo mais grupo de controlo). A partir da análise da Figura 29, constatou-se a influência das duas fontes de informação no comportamento geral das variáveis analisadas, pois facilmente se verifica que os indivíduos pertencentes ao grupo de controlo (classificados no gráfico como GC) estão em forte associação positiva, formando um “cluster” de projeção no plano fatorial. Em resumo, a amostra em estudo e o grupo de controlo evidenciam comportamentos distintos, pelo que a junção destes dois grupos não parece ser a metodologia correta na análise estatística multivariada. Desta forma, procurou-se respeitar um dos princípios basilares da estatística que reside em tratar de forma independente dois ou mais conjuntos amostrais, quando se verifica que estes apresentam comportamentos distintos.

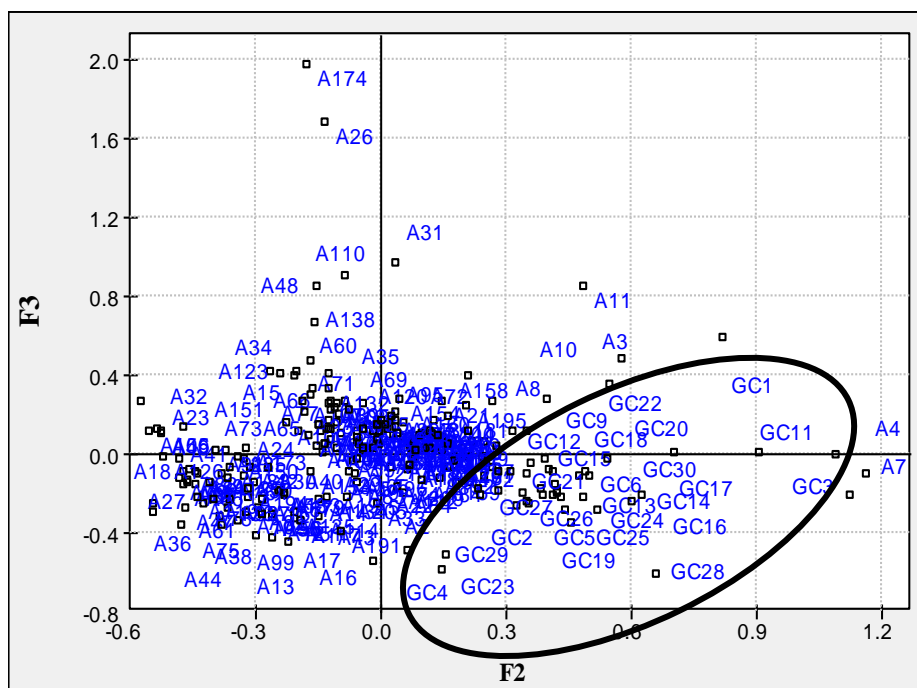


Figura 29 – Projeção dos indivíduos pertencentes ao GC e à mostra em estudo, no plano fatorial (F2, F3)

Durante a aplicação da AFCB ao grupo de controlo, verificou-se que a matriz com os dados de partida teria 57 colunas por 30 linhas, o que inviabilizou o tratamento da informação relativa ao grupo de controlo utilizando a AFCB. Neste método, o número de modalidades (número de colunas da matriz) não deverá ser superior ao número de inquiridos (número de linhas da matriz), pois obrigatoriamente iriam ficar algumas modalidades sem resposta e haveria ainda a possibilidade de um elevado efeito de dispersão de respostas num excessivo número de opções de respostas. Em suma, não foi possível analisar o grupo de controlo através da aplicação da AFCB. A comparação entre os resultados obtidos para o grupo de controlo e para a amostra em estudo, apenas foi possível durante o tratamento estatístico dos inquiridos e na comparação entre os resultados relativos às variáveis perdas auditivas, nível de exposição, tempo de exposição e idade do colaborador para estes dois grupos.

5 DISCUSSÃO

A discussão dos resultados incidiu sobre as possíveis associações entre as variáveis perda auditiva, tempo de exposição, nível de exposição e idade do colaborador, onde naturalmente também se inserem as correlações obtidas. Neste capítulo também são discutidos os resultados dos inquéritos e debatidos os resultados da aplicação do método estatístico da AFCB à totalidade das variáveis em estudo. Paralelamente à discussão dos resultados obtidos, foi feita a comparação com os resultados das publicações abordadas na revisão sistemática do tema.

5.1 Associações entre as variáveis em estudo

Analizando a Tabela 36 que representa um resumo dos resultados obtidos para os dois grupos de amostras em estudo, verificou-se que o nível sonoro contínuo equivalente para os trabalhadores que trabalham nos setores da vulcanização e misturação, calculado para um período normal de 8 horas de trabalho, é de aproximadamente 91 dB (A). Este registo representa um valor de exposição ao ruído bastante elevado, pois situa-se acima do VLE. Relativamente ao tempo de exposição e idade dos colaboradores, verificou-se uma associação entre estas duas variáveis para a amostra em estudo e grupo de controlo, o que também já seria expectável, pois embora não seja imperativo, é expectável que quanto mais velhos forem os indivíduos, mais anos de serviço terão na empresa. Apesar de ser tentado aproximar a idade dos dois grupos em estudo para evitar a influência do fator presbiacusia na comparação dos resultados, a diferença entre a idade média destes dois grupos foi de aproximadamente 4 anos. Contudo, de acordo com os gráficos de *Hinchcliffe* que quantificam as perdas auditivas em função da idade e da frequência do ruído, a diferença entre as idades dos dois grupos não é suficiente para influenciar os resultados. Comparando as perdas auditivas dos colaboradores em estudo, estas manifestaram ser superiores para o critério BIAP, o que já era expectável, visto que o critério BIAP pondera as perdas dos dois ouvidos, enquanto que o critério do Decreto-Lei nº 352/2007, pondera as perdas auditivas apenas do melhor ouvido (com menos perdas). Contrariamente ao esperado, verificou-se uma diferença pouco significativa entre as perdas auditivas dos dois grupos analisados. Embora se tenha verificado que o tempo de exposição e a idade dos colaboradores são ligeiramente superiores para o grupo de controlo, a diferença entre o nível de exposição ruído registado para estes dois grupos deveria sobrepor-se à idade e ao tempo de exposição. Apesar das perdas auditivas serem ligeiramente superiores para a amostra em estudo, estas são manifestamente baixas para o nível de exposição ao ruído a que estes colaboradores estão expostos. A Figura 22 (ver capítulo 4.1.3) comprova isso mesmo, verificando-se que as perdas auditivas médias dos indivíduos pertencentes à amostra em estudo são ligeiramente superiores para todas as frequências consideradas nos exames audiométricos. Constatou-se que na frequência dos 4000 Hz, as perdas auditivas dos dois grupos em análise se aproximaram, ficando separadas apenas por 0,3 dB.

Esta constatação, veio questionar a possibilidade de estabelecer uma associação entre a variável “perda auditiva” e as variáveis “nível de exposição sonora”, “idade” e “tempo de exposição” e dar

relevo à pertinência da inclusão de fatores como a exposição ao ruído não ocupacional, historial médico e fatores pessoais no estabelecimento de PCA. Comparando os resultados obtidos com um estudo publicado por Evangelos e Thomaella (2015) e Ashraf *et al.* (2009), conclui-se que foram obtidos resultados díspares, pois no referido estudo a perda auditiva dos trabalhadores expostos a baixos níveis de pressão sonora é muito inferior à perda auditiva registada nos colaboradores expostos a níveis de pressão sonora elevados. Contrariamente aos resultados obtidos por Ahmad *et al.* (2007), também não se verificou que a exposição ao ruído ocupacional fosse o principal fator que contribuísse para as perdas auditivas.

Para se ter uma noção de quão baixas são as perdas auditivas, segundo o critério BIAP, 85% dos colaboradores pertencentes à amostra em estudo apresentam o nível mais baixo de perda auditiva, classificado como perda auditiva normal, 12% perda auditiva ligeira e 3% perda auditiva moderada. À luz do critério definido pelo Decreto-Lei nº 252/2007, ainda se torna mais notável esta situação, pois apenas 1% dos colaboradores tem direito a indemnização por surdez profissional. Para o grupo de controlo, apesar de esperadas, as perdas auditivas ainda são mais baixas. De acordo com o critério BIAP, 97% dos indivíduos apresentaram perdas auditivas normais e 3% moderadas. A percentagem de perdas auditivas classificadas como moderadas, pertence a um indivíduo do grupo de controlo que afirmou ter problemas nos ouvidos. Segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007, nenhum dos colaboradores pertencentes ao grupo de controlo tem direito a indemnização por surdez profissional.

Tabela 36 – Comparação dos resultados das variáveis em estudo obtidos para a amostra e grupo de controlo.

Parâmetro	Nível de Exposição		Tempo de exposição (anos)		Idade (anos)		Perdas Auditiva (dB)			
	LEX,8h dB (A)						Critério BIAP		Critério Decreto-Lei (nº 352/2007)	
	Amostra	GC	Amostra	GC	Amostra	GC	Amostra	GC	Amostra	GC
Média	90,8	70,0	12,0	12,9	36,8	40,9	12,9	11,3	8,0	6,6
Mediana	84,3	-	12,4	11,5	36,0	39,7	10,0	9,5	6,5	5,5
Moda	82,3	-	11,8	-	38,3	30,7	6,0	10,0	2,0	4,5
Desvio-padrão	10,3	-	7,2	10,3	6,9	9,4	9,5	7,1	7,3	5,3
Mínimo	79,3	-	1,0	0,7	24,8	26,3	2,0	1,0	0,0	0,0
Máximo	123,2	-	37,9	39,4	62,6	60,9	51,0	42,0	53,0	30,0
Legenda: -GC – Grupo de Controlo										

Comparando o comportamento das perdas auditivas dos colaboradores em função das bandas de frequência com um artigo publicado por Masterson (2013) e com o referido no manual de higiene e segurança do trabalho (Miguel (2014)), confirmou-se para a amostra em estudo o esperado em ambiente industrial. À medida que a exposição ao ruído se vai prolongando, o défice auditivo vai-se alastrando, formando-se um escotoma típico em U, perceptível na frequência de 4000 Hz. A razão desta ocorrência deve-se, principalmente, ao fato de a maior parte do ruído industrial apresentar um espectro de frequências entre 1550 Hz e 3500 Hz. Estranhamente, o mesmo foi

constatado para o grupo de controlo. Ainda mais inesperado, foi verificar-se um escotoma típico em V mais acentuado para o grupo de controlo do que para a amostra em estudo.

Discutindo os resultados individualizados para os dois postos de trabalho em estudo, através da análise da Tabela 17 do capítulo 4.1.1, verificou-se que o setor da vulcanização apresenta um $L_{EX,8h}$ de 102 dB (A), bastante superior ao $L_{EX,8h}$ de 84 dB (A) verificado para o setor da misturação. Esta situação já era esperada à partida, visto que nesta área é onde se encontra a atividade mais ruidosa da empresa, a lavagem de moldes com gelo seco. Apesar de ser uma atividade pontual, e de curta duração, é o suficiente para provocar o aumento significativo dos níveis de exposição ao ruído. Foi precisamente nesta atividade que foram sinalizadas algumas hipóteses de melhoria para reduzir o ruído que advém deste trabalho. Sendo uma atividade circunscrita a um espaço reduzido, poder-se-ia pensar na hipótese de enclausurar a máquina de lavagem de moldes com gelo seco. Contudo, existe um entrave à aplicação desta medida, pois esta é uma tarefa que não ocorre sempre no mesmo local. A máquina de lavagem de moldes com gelo seco percorre os canais das prensas da fábrica, o que poderá colocar alguns entraves à viabilidade desta solução.

A determinação da exposição pessoal diária ao ruído é um dos fatores que envolve mais incerteza, podendo condicionar de forma significativa este tipo de estudos. Tal advém da escassez de medições e de caracterizações do ruído ocupacional nos locais de trabalho, sobretudo para indivíduos com maior antiguidade. Por outro lado, a forma como é determinada a exposição pessoal ao ruído deve ser questionada, pois na maioria não se tratam de postos de trabalho fixos. Ao determinar n níveis sonoros a que o trabalhador está exposto durante t intervalos de tempo que normalmente costumam ser muito curtos, e ao assumir esses valores como representativos de tempos de exposição por vezes superiores a um ano, poderá estar-se a subestimar ou sobrestimar a exposição, enviesando a influência real da exposição ao ruído, nas perdas auditivas determinadas.

Comparando a idade e o tempo de exposição dos colaboradores da vulcanização e da misturação, verificou-se que no setor da vulcanização, os colaboradores têm aproximadamente mais dois anos de serviço e também são em média um ano e meio mais velhos. Como seria de esperar, as perdas auditivas dos colaboradores para o setor da vulcanização são superiores, pois o tempo de exposição, o nível de exposição e a idade também são superiores.

Da análise da Tabela 21, que permite a interpretação dos resultados em função dos VAI, VAS e VLE consagrados legalmente, concluiu-se que apesar dos indivíduos do grupo de controlo estarem expostos a níveis de exposição ao ruído durante o período laboral mais baixos, não se verificou que as perdas auditivas mais baixas do estudo fossem destes indivíduos. Constatou-se que os colaboradores que estiveram expostos a um nível de exposição médio de 79,4 dB (A) e de 83,0 dB (A), apresentaram perdas auditivas inferiores às registadas para o grupo de controlo. Contudo, os resultados obtidos para os indivíduos expostos a um nível de exposição média de 79,4 dB (A) têm que ser interpretados com precaução, pois a este intervalo apenas pertencem três indivíduos. Uma possível explicação para o sucedido, reside no facto de o tempo de exposição e de a idade dos colaboradores ser superior para o grupo de controlo, relativamente ao grupo dos indivíduos da amostra, que apresentaram níveis médios de exposição de 79,4 dB (A) e 83,0 dB(A). Também se verificou a existência de uma grande discrepância entre as perdas auditivas dos colaboradores

expostos a níveis de pressão sonora superiores a 85 dB(A) e os indivíduos expostos a níveis de pressão sonora inferiores a 85 dB (A), desconhecendo-se as razões para este comportamento.

Relativamente ao tempo de exposição, constatou-se que os indivíduos da amostra que trabalham há menos tempo na empresa, são os que apresentam níveis de exposição menores, o que de certa forma vem confirmar a política de melhoria contínua implementada na empresa.

Quanto à variável idade do colaborador, apesar de os indivíduos do grupo de controlo serem os mais velhos do estudo, seguidos dos colaboradores da amostra que estão expostos a níveis de exposição ao ruído superiores (85,4 (A) e 102,6 dB(A)), a diferença de idades é muito reduzida, afastando a hipótese de este fator influenciar as perdas auditivas.

A determinação das correlações entre as variáveis em estudo, veio confirmar a ausência de associação entre as perdas auditivas e o tempo de exposição. nível de exposição e idade do colaborado. A partir das Tabelas 23 e 24 (ver capítulo 4.2), confirma-se que os coeficientes de correlação de *Spearman* obtidos são muito baixos, quer para amostra quer para o grupo de controlo, tendo-se apenas registado associações fortes e lógicas (superiores a 0,6) entre as variáveis tempo de exposição e idade do colaborador e entre os dois critérios utilizados no cálculo das perdas auditivas. As fortes associações verificadas entre as variáveis tempo de exposição e idade do colaborador vão de encontro com os resultados do estudo publicado por Evangelos e Thomaella, (2015) e Musiba, (2015). Não foi possível verificar os resultados obtidos por Rosso *et al.* (2011), dada a incapacidade em se estabelecer uma correlação entre o número de anos de serviço em trabalhos ruidosos e as PAIR. Apesar da impossibilidade em determinar a correlação entre o nível de exposição e as perdas auditivas para o grupo de controlo, verificou-se que os coeficientes de correlação para as restantes variáveis são ligeiramente superiores do que os da amostra, tendo-se verificado uma correlação considerável (0,55) entre a idade e as perdas auditivas. Como os indivíduos pertencentes ao grupo de controlo estão menos expostos ao ruído ocupacional, para este grupo existem menos fontes de ruído que possam influenciar as perdas auditivas, nomeadamente a questão que se prende com o uso de proteção auditiva. Desta forma, a possibilidade de estar a assumir níveis de exposição ao ruído que não correspondem à realidade, não se coloca. Para o grupo de controlo, é esperado que o fator idade tenha uma maior contribuição para as perdas auditivas do que para a amostra em estudo, o que poderá justificar a existência de uma correlação superior entre estas duas variáveis para este grupo.

Uma possível explicação para as correlações entre o nível de exposição ao ruído e as perdas auditivas serem tão baixas, poderá estar relacionada com o facto de nesta etapa, não se ter entrado em linha de conta com o uso de proteção auditiva, o que poderá ter levado à assunção de níveis de exposição ao ruído distorcidos da realidade.

Apesar de se terem verificado coeficientes de correlação muito baixos para a generalidade dos casos, o teste à significância dos coeficientes de correlação prevê como significantes os coeficientes de correlação determinados. Contudo, a verificação de uma correlação significativa entre as variáveis não impede que algumas destas correlações sejam consideradas muito baixas (em particular aquelas com coeficientes em torno de 0,30).

Os resultados obtidos vieram dar relevo à importância de incluir fatores como a exposição ao ruído não ocupacional, historial médico e fatores pessoais no estabelecimento de PCA mais abrangentes, pois não foi possível estabelecer uma relação entre a variável dependente perda auditiva e as variáveis independentes nível de exposição sonora, idade do colaborador e tempo de exposição. As perdas auditivas dos trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora situados nos intervalos compreendidos entre os VAI e os VAS e entre estes e os VLE vieram comprovar que estes valores que são utilizados como chave para os programas de conservação da audição (PCA), não são uma barreira segura para assegurar a conservação da audição. Deveriam também ser considerados outros fatores para se proceder a uma abordagem mais completa. É precisamente esse assunto que se pretende explorar com a aplicação da AFCB, através do tratamento em conjunto de todas as variáveis abordadas neste estudo.

5.2 Inquéritos

Os inquéritos realizados na empresa permitiram fazer uma caracterização bastante completa dos fatores externos ao ruído ocupacional que acentuam as perdas auditivas dos colaboradores e dos seus hábitos de utilização de proteção auditiva. Foi também possível verificar a percepção que os colaboradores têm do estado da sua função auditiva.

O resultado satisfatório do pré-teste feito ao inquérito permitiu a sua validação, contudo verificou-se que algumas questões deveriam ter sido analisadas mais aprofundadamente. Como foram abordados fatores que têm influência direta nas perdas auditivas, sentiu-se que teria sido necessário quantificar melhor a influência dos fatores externos ao ruído ocupacional nas perdas auditivas. A título de exemplo, ao fazer a pergunta se o colaborador pratica ou já praticou tiro, também deveria ter sido colocada a questão do uso de proteção auditiva aquando da prática de tiro. Uma vez que estas questões não foram exploradas aprofundadamente neste estudo, poderá ter sido atribuído um peso demasiado elevado no contributo de determinados fatores para as perdas auditivas, quando na realidade isso não se verificou.

Discutindo os resultados obtidos a partir dos inquéritos, de uma forma geral verificou-se que a escolaridade dos colaboradores da empresa é bastante alta, pois 65% dos colaboradores da amostra em estudo têm escolaridade entre o 10º e o 12º ano e 80% dos colaboradores pertencentes ao grupo de controlo têm frequência do ensino superior. Apenas 25% dos colaboradores da amostra já tiveram um passado de exposição ao ruído noutras empresas, o que de certa forma poderá ser um indicador da satisfação dos colaboradores com a empresa, pois para muitos deles, o atual emprego foi o único até ao momento. Relativamente ao histórico de exposição ao ruído não profissional, verificou-se que ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais foi o fator em que maior parte dos inquiridos da amostra e do grupo de controlo respondeu afirmativamente, 68% e 53% respetivamente. A percentagem de indivíduos da amostra que prestaram serviço militar e que praticam/praticaram tiro foi de 34% e 36% respetivamente, o dobro em relação ao grupo de controlo. Para a amostra em estudo, este fator ainda poderá ter algum peso na contribuição para as perdas auditivas. Em relação à pergunta

“Utiliza / Utilizou como meio de transporte motocicleta ou outros veículos ruidosos”, 37% dos indagados do grupo de controlo responderam afirmativamente, o que ainda representa uma percentagem significativa.

No que diz respeito aos antecedentes pessoais e familiares que pudessem influenciar as perdas auditivas, verificou-se aproximadamente em metade dos indivíduos da amostra e do grupo de controlo que fumam ou já fumaram regularmente. A contração de doenças infecciosas foi o fator que teve percentagem de respostas afirmativas mais elevadas, com 68% de respostas afirmativas para a amostra e 67% para o grupo de controlo, o que de certa forma já era esperado, visto que é normal grande parte dessas pessoas já ter tido algumas dessas doenças mais comuns. Os restantes fatores não se manifestaram significativamente.

Relativamente ao uso de proteção auditiva, verificou-se não só através do inquérito, mas também visualmente, que 61% dos colaboradores da amostra usam sempre ou frequentemente proteção auditiva, enquanto que 39% raramente ou nunca utilizam protetores auditivos. É uma percentagem bastante baixa, tendo-se verificado que é uma situação onde é preciso intervir através de ações de sensibilização. Na tentativa de perceber os motivos pelos quais não era utilizada proteção auditiva, verificou-se que 49% dos inquiridos da amostra manifestaram que os protetores auditivos provocavam um incómodo geral e 12% sentiam que os protetores auditivos exerciam pressão excessiva nos ouvidos. Ou seja, 61% dos inquiridos afirmaram não utilizar EPI por não se conseguirem adaptar a estes. Também se verificou que a escolha do tipo de protetor auditivo recai para os tampões, pois 86% utilizam tampões e 14% abafadores. Nesta situação terá que se entrar em linha de conta com a disponibilidade que existe na fábrica destes dois tipos de proteção auditiva, pois verificou-se que o acesso aos tampões auditivos é muito mais simples, o que poderá ter influência nos resultados obtidos. Esta é uma questão que deveria ser debatida internamente, pois além de a adaptação aos abafadores ser mais fácil, a sua correta colocação no ouvido é mais simples e em princípio são mais eficazes na atenuação para altas frequências (predominantes no ruído industrial).

Foi nesta etapa do trabalho que se pretendeu aumentar a sensibilidade para a problemática das perdas auditivas, e desta forma melhorar a perceção das medidas de controlo do ruído, através da interação com os colaboradores que afirmaram não utilizar a proteção auditiva. Mais tarde, verificou-se que essa ação teve sucesso, tendo-se conseguido estimular o uso de EPI em alguns colaboradores que antes não o faziam.

Por último, 49 indivíduos (23%) da amostra afirmaram não ouvir bem, o que de certa forma não deixa de ser curioso, pois para a amostra, apenas 32 indivíduos apresentaram perdas auditivas que não são consideradas normais segundo o critério BIAP. Ou seja, existem 17 indivíduos que sentem que não ouvem bem, mesmo sabendo que não foram detetadas perdas auditivas anormais nos seus exames audiométricos. Em relação ao grupo de controlo, apenas 1 (3%) colaborador tinha a perceção de que não ouvia bem, o que coincide com os resultados obtidos para as perdas auditivas do grupo de controlo, pois apenas um indivíduo apresenta perdas auditivas significantes.

5.3 Análise Fatorial das Correspondências Binárias (AFCB)

A discussão dos resultados relativos à AFCB, centrou-se na análise da Tabela 35 que, por si só, já representa um resumo das associações que foram estabelecidas entre as variáveis presentes no estudo. As análises das inter-relações que se seguem no texto estão condicionadas pelos dados iniciais disponíveis e pela informação que foi possível obter a partir do questionário, não validando por isso um modelo de aplicação geral. Verificou-se que as perdas auditivas classificadas como ligeiras segundo o critério BIAP (**PaBL**), estão associadas ao grupo de indivíduos mais velhos do estudo (**Id+**). De facto, segundo a interpretação dos eixos fatoriais F1, F2, F3 e F6, que se encontram respetivamente representados nas das Figuras 23, 24, 25 e 28, constataram-se associações entre estas duas modalidades. A interpretação dos eixos fatoriais F1, F2 e F3, também permitiu concluir que estes colaboradores são os que têm escolaridade mais baixa (**Es9**). Analisando o semi-eixo positivo F1 (Figura 23), verificou-se uma associação entre as **PaBL** e o tempo de exposição compreendido entre e os 11 e os 20 anos (**Te20**). De acordo com a interpretação dos eixos fatoriais F1, F3 e F6 que se encontram respetivamente nas Figuras 23, 25 e 28, conclui-se que os indivíduos que apresentam **PaBL** têm a perceção de que não ouvem bem (**OvbN**) e sentem zumbidos nos ouvidos (**ZumS**). Por último, também foi possível estabelecer uma associação entre os indivíduos com **PABL** e os indivíduos que não fumam (**FumN**), visível no plano fatorial F6 da Figura 28, e os colaboradores que têm por hábito utilizar ferramentas ruidosas fora do horário de trabalho (**FerS**), através da interpretação do eixo fatorial F3 da Figura 25.

Em relação às associações entre as perdas auditivas e os níveis de exposição ao ruído, a partir da análise dos eixos fatoriais F2 e F3 das Figuras 24 e 25, foram detetadas perdas auditivas nos indivíduos que se encontravam expostos a um nível de exposição médio situado entre os 80 e os 85 dB(A) (**Le85**) e os colaboradores cujo nível médio de exposição ao ruído é superior a 87 dB(A) (**Le+**). A análise dos eixos fatoriais F2, F3 e F4 por intermédio das Figuras 24, 25 e 26, respetivamente, permitiu concluir que as perdas auditivas moderadas (**PaBM**) encontram-se associadas aos indivíduos que se encontram expostos a níveis de exposição médios iguais ou superiores a 85 dB(A), e aos indivíduos mais velhos do estudo (**Id+**). Também foi possível inferir através da análise dos eixos fatoriais F2 e F4 (Figuras 24 e 26), que as **PaBM** estão associadas às modalidades **FamS** (familiares com problemas auditivos), **OuvS** (inquiridos com problemas nos ouvidos suscetíveis de afetarem a audição), **BarN** (indagados que não costumam ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais), **FumN** (Indivíduos que nunca tiveram por hábito fumar), **OvbN** e **ZumS**, constatando-se que não é possível estabelecer uma relação lógica entre as modalidades **BarN**, **FumN** e as perdas auditivas.

Das associações referidas anteriormente, destaca-se a associação entre os indivíduos que têm perdas auditivas e as modalidades **FamS**, **FerS**, **OuvS**, **OvbN** e **ZumS**, independentemente de a perda auditiva ser classificada como ligeira ou moderada. Estas associações permitem concluir que os indivíduos que apresentam perdas auditivas têm a noção de que não ouvem bem, muito provavelmente têm acufenos, pois sentem zumbidos nos ouvidos, têm problemas nos ouvidos e

têm familiares diretos com problemas auditivos. Nesta situação foi possível estabelecer uma associação entre as perdas auditivas e outras modalidades.

Ainda em relação às perdas auditivas, através da análise do eixo fatorial F3 da Figura 25, verificou-se que os indivíduos que apresentam menores perdas auditivas (**PaBN**), encontram-se associados à prática de tiro (**TirS**), à prestação de serviço militar (**MilS**), idade compreendida entre os 41 e os 50 anos (**Id50**), tempo de exposição situado entre os 11 e os 20 anos (**Te20**) e níveis de exposição ao ruído consideráveis (**Le87**). Assim sendo, conclui-se que o facto de o colaborador ter praticado ou não serviço militar e/ou ter praticado tiro em nada interfere com as perdas auditivas.

Uma vez mais, a AFCB veio confirmar, para os dados disponíveis, que não é possível estabelecer nenhuma relação entre as perdas auditivas e o nível de exposição ocupacional ao ruído e idade do colaborador, pois não foi possível estabelecer associações entre os níveis de exposição ao ruído mais elevados e as perdas auditivas mais significantes. Também se verificou que o fator idade não é suficiente forte para influenciar significativamente as perdas auditivas, porque se verificou uma associação entre os indivíduos mais velhos do estudo (**Id+**) e as perdas auditivas ligeiras (**PaBL**) e moderadas (**PaBM**). Contudo, os indivíduos com perdas auditivas mais baixas (**PaBN**) já se encontram num escalão etário inferior, pertencente aos indivíduos que têm idade compreendida entre os 41 e os 50 anos (**Id50**).

Em relação à proteção auditiva, interpretando os eixos fatoriais F6, F3 e F2, representados nos gráficos das Figuras 28, 25 e 24 respetivamente, constatou-se que os indivíduos com perdas auditivas ligeiras não têm por hábito utilizar proteção auditiva (**PrtN**), enquanto que os indivíduos com perdas auditivas moderadas têm por hábito utilizar proteção auditiva (**PrtS**). Esta contradição permite inferir que a partir dos dados disponíveis, não é possível estabelecer nenhuma associação entre o uso de proteção auditiva e as perdas auditivas. O facto de não ser conhecido o passado de cada colaborador em relação ao uso de proteção auditiva, poderá ter conduzido a estes resultados inesperados, pois apesar de um dado colaborador atualmente usar proteção auditiva, não invalida que no passado não a usasse, ou vice-versa.

Verificou-se uma vez mais, através dos eixos fatoriais (F2, F3), representados nas Figuras 24 e 25 respetivamente, que os níveis de exposição ao ruído são superiores para o sector da vulcanização, tendo sido possível estabelecer associações entre as **PaBM** e as restantes modalidades em estudo apenas para o setor da vulcanização.

Nos casos em que as modalidades foram abordadas no inquérito, mas não foram discutidas nesta secção, foi porque não foi possível estabelecer associações entre elas com interesse para o presente estudo. Constatou-se que algumas questões do inquérito deveriam ter sido exploradas mais aprofundadamente. Verificar apenas o historial de exposição ao ruído no âmbito ocupacional e não ocupacional, a existência de características pessoais, familiares ou de fatores clínicos que influenciassem as perdas auditivas, dos hábitos de utilização de proteção auditiva e da percepção individual do estado auditivo dos elementos representativos de uma população em estudo, poderá não ser suficiente. É necessário quantificar os fatores abordados no inquérito, que poderão desencadear perdas auditivas e verificar em que condições aconteceram, o que vai de encontro à possível reduzida sensibilidade dos inquéritos na determinação das perdas auditivas, conforme Rosso *et al.* (2011). A título de exemplo, tomem-se dois colaboradores que tenham afirmado que

fora do horário ocupacional costumam utilizar ferramentas ruidosas: se um deles o tiver feito com proteção auditiva e outro sem ela, fará toda a diferença na exposição ao ruído.

Concluindo, verificou-se uma concordância com os resultados obtidos por Oliveira *et al.* (2015). De facto, exposição ao ruído não deve ser avaliada tendo em conta única e exclusivamente a exposição ocupacional ao ruído, pois existem inúmeros fatores que podem contribuir para as perdas auditivas, tais como o nível sonoro, duração da exposição, tipo de ruído e sua frequência, assim como fatores pessoais. É necessária uma avaliação que permita a integração destas diferentes variáveis, pois só assim é possível estabelecer um PCA eficaz e realista (Oliveira *et al.*, 2015).

6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

Com o presente estudo, pretendeu-se estabelecer uma associação entre a variável dependente “perda auditiva” e as variáveis independentes “nível de exposição sonora”, “idade” e “tempo de exposição”, através de correlações estatísticas e avaliar a pertinência da inclusão de fatores como a exposição ao ruído não ocupacional, historial médico e fatores pessoais no estabelecimento de planos de conservação da audição mais abrangentes, através da aplicação da análise fatorial das correspondências binárias. As metodologias desenvolvidas para a prossecução destes dois objetivos centrais, encaminharam naturalmente o trabalho para o terceiro objetivo, que consistiu em avaliar as perdas auditivas dos colaboradores da Continental. Devido a limitações de tempo, foram selecionados dois dos postos de trabalho mais ruidosos da empresa, sendo eles a vulcanização e a misturação.

Para atingir os objetivos propostos, foi necessário proceder a uma recolha de dados muito extensa e complexa, que passou numa fase inicial pela caracterização geral da empresa e, posteriormente, pela recolha de dados das variáveis definidas, através da consulta do quadro de pessoal, consulta dos audiogramas realizados pelos serviços clínicos da empresa para o cálculo das perdas auditivas dos colaboradores em estudo, e por último, pela realização de um vasto número inquéritos aos trabalhadores que constituíam a amostra e o grupo de controlo. O último passo da metodologia, consistiu em realizar o tratamento estatístico dos resultados, inicialmente através de descritores estatísticos básicos (média, moda, mediana, desvios-padrão, mínimo e máximo), gráficos circulares, histogramas e por fim, através de correlações estatísticas (Pearson e Spearman) e pela Análise Fatorial das Correspondências Binárias (AFCB).

Verificou-se que o $L_{EX,8h}$ médio para os postos de trabalho em estudo, foi de aproximadamente 91 dB(A). Representa um valor bastante elevado, pois situa-se acima do valor limite de exposição. Discriminando este resultado, para o sector da vulcanização foi verificado um nível sonoro contínuo de 101,7 dB(A), enquanto que para o sector da misturação, o nível sonoro contínuo foi de 83,6 dB(A). O tempo de exposição médio para a amostra em estudo foi de 12 anos (13 anos para os colaboradores da vulcanização e 11 anos para os colaboradores da misturação) e a idade média dos colaboradores foi de 37 anos (38 anos para os colaboradores da vulcanização e 36 anos para os colaboradores da misturação).

Quanto à variável dependente perda auditiva, concluiu-se que as perdas auditivas calculadas segundo o critério BIAP são mais elevadas do que as perdas auditivas médias calculadas de acordo com o critério do Decreto-Lei nº 352/2007. Constatou-se que estas são muito baixas, apresentando um valor médio de 12,9 dB (14,1 dB para os colaboradores da vulcanização e 12,1 dB para os colaboradores da misturação) quando calculadas com o critério BIAP, e de 8,0 dB (9,1 dB para os colaboradores da vulcanização e 7,3 dB para os colaboradores da misturação) quando calculadas com o critério do Decreto-Lei nº 352/2007. De acordo com o critério BIAP, 85% dos colaboradores apresentam uma perda auditiva normal, 12% perda auditiva ligeira e 3% perda auditiva moderada. Segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007, apenas 1% dos colaboradores teria direito a

indenização segundo a tabela nacional de incapacidades por acidentes de trabalho e doenças profissionais.

Comparando as perdas auditivas do grupo de controlo com as da amostra em estudo, verificou-se que estas são ligeiramente inferiores, tendo-se obtido o valor de 11,3 dB para o critério BIAP e 6,6 dB com a aplicação do critério do Decreto-Lei nº 352/2007. Segundo as classificações que o critério BIAP permite fazer da perda auditiva, 97% dos colaboradores pertencentes ao grupo de controlo apresentam perdas auditivas normais e 3% apresentam perdas auditivas moderadas. À luz do critério do Decreto-Lei nº 352/2007, nenhum dos colaboradores integrantes do grupo de controlo tem direito a indemnização ou reparação devido à surdez profissional.

Observando a perda auditiva média por banda de frequência, constatou-se que esta é mais significativa para os 4000 Hz, sendo concordante com o escotoma característico do ruído industrial. Para todas as frequências, as perdas auditivas da amostra em estudo foram ligeiramente superiores do que as do grupo de controlo. Contudo, na frequência dos 4000 Hz aproximaram-se, ficando apenas separadas por 0,3 dB, o que contraria os resultados expectados.

Comparando as perdas auditivas com os valores de ação inferiores (VAI), valores de ação superiores (VAS) e valores limite de exposição (VLE) consagrados legalmente, concluiu-se que apesar dos colaboradores pertencentes ao grupo de controlo serem os que estão expostos a níveis de exposição ao ruído mais baixos do estudo, não se verificou que as perdas auditivas mais baixas do estudo fossem destes indivíduos. Observou-se que os colaboradores cuja exposição ao ruído se inseria no VAI e VAS, apresentaram perdas auditivas inferiores às registadas para o grupo de controlo.

Os coeficientes de regressão de Spearman relativos às variáveis em estudo, obtidos para a amostra e grupo de controlo, vieram confirmar com base na informação disponível, a ausência de associação entre as perdas auditivas e o nível de exposição ao ruído, tempo de exposição e idade do colaborador. Apenas foram verificadas as espectáveis associações fortes entre o tempo de exposição e a idade do colaborador, e entre os dois critérios utilizados na determinação das perdas auditivas. Para o grupo de controlo, foi encontrada uma correlação considerável (0,55) entre a idade e as perdas auditivas. Apesar de se terem verificado coeficientes de correlação muito baixos para generalidade dos estudos, o teste à significância dos coeficientes de correlação prevê como significantes os coeficientes de correlação determinados.

Em relação à aplicação da AFCB, constatou-se que a partir dos dados disponíveis, não foi possível estabelecer nenhuma associação entre o uso de proteção auditiva e as perdas auditivas. Destaca-se a associação entre os indivíduos que têm perdas auditivas classificadas como ligeiras ou moderadas e as modalidades **OvbN** (inquiridos que têm a percepção de que não ouvem bem), **ZumS** (colaboradores que sentem zumbidos nos ouvidos), **OuvS** (indagados que têm problemas nos ouvidos suscetíveis de influenciar perdas auditivas), **FamS** (indivíduos que têm familiares diretos com problemas auditivos) e **FerS** (trabalhadores que costumam utilizar ferramentas ruidosas fora do horário de trabalho).

Estas associações permitem concluir que os indivíduos que apresentam perdas auditivas têm a noção de que não ouvem bem, muito provavelmente têm acufenos, pois sentem zumbidos nos ouvidos, têm problemas nos ouvidos, têm familiares diretos com problemas auditivos e costumam utilizar ferramentas ruidosas fora do horário de trabalho. Uma vez mais, a AFCB veio confirmar que não é exequível estabelecer nenhuma relação entre as perdas auditivas e o nível de exposição ocupacional ao ruído e a idade do colaborador, pois não foi possível estabelecer associações significativas entre os níveis de exposição ao ruído mais elevados e as perdas auditivas mais elevadas. Também se verificou que o fator idade não é suficientemente forte para influenciar significativamente as perdas auditivas, porque foi revelada uma associação entre os indivíduos mais velhos do estudo (**Id+**) e as perdas auditivas ligeiras (**PaBL**) e moderadas (**PaBM**). Os níveis de exposição ao ruído são superiores para o sector da vulcanização, tendo sido possível estabelecer associações entre as **PaBM** e as restantes modalidades em estudo apenas para o setor da vulcanização.

Do ponto de vista prático, o trabalho no terreno durante a realização do inquérito, permitiu o contacto direto com os trabalhadores, o que possibilitou não só a sensibilização para as repercussões negativas que a exposição ao ruído ocupacional provoca na saúde, mas também melhorar a perceção das medidas de controlo do ruído e realçar a importância do uso de protetores auditivos.

Os resultados obtidos com o presente estudo permitem confirmar que existem diversos fatores externos ao ruído ocupacional que afetam as perdas auditivas, impossibilitando o estabelecimento direto de associações entre a variável dependente “perda auditiva” e as variáveis independentes “nível de exposição”, “tempo de exposição” e “idade do colaborador”. É urgente alargar as fronteiras dos PCA através da inclusão de fatores como a exposição ao ruído não ocupacional, historial médico e fatores pessoais no estabelecimento destes planos. Desta forma, os PCA passariam ser mais robustos, abrangentes e reais. É discutível que estes planos tenham como base de orientação única e exclusivamente os VAI, VAS e VLE, pois por vezes estão a ser aplicadas um conjunto de medidas a um grupo de colaboradores que até nem tem perdas auditivas consideráveis, sob pena de serem descurados trabalhadores que até já podem ter perdas auditivas substanciais. Contudo, reconhece-se a dificuldade em quantificar os fatores externos ao ruído ocupacional, pois dada a profusão de fatores suscetíveis de falsear este tipo de informação, a obtenção de informação credível através de inquéritos torna-se um processo extremamente complicado e exigente.

Do ponto de vista científico, para estudos futuros, reforça-se a necessidade e premência de se elaborarem metodologias consistentes que possam conduzir à obtenção de dados capazes de serem validados para este tipo de investigação, sob pena de se obterem resultados enviesados e conclusões incoerentes. Constatou-se que a exposição pessoal diária ao ruído, o uso de proteção auditiva, a exposição ao ruído não ocupacional, o historial médico e os fatores pessoais são aspetos que envolvem muita incerteza, podendo condicionar de forma significativa este tipo de estudos. Foi ainda detetada a necessidade de escolher amostras com maior representatividade nos intervalos definidos para o estudo, pois apenas 8 indivíduos pertenciam ao intervalo relativo aos níveis de

exposição entre 85 dB(A) e 87 dB(A) e 3 indivíduos ao intervalo relativo aos níveis de exposição inferiores a 80 dB(A). Para a aplicação da AFCB a estudos deste tipo (com elevado número de modalidades) em relação ao grupo de controlo, recomenda-se especial atenção para a seleção de um número de indivíduos bastante superior ao número de modalidades previstas no estudo, sob pena de não poder ser aplicada a AFCB ao grupo de controlo. Recomenda-se ainda que seja estudada aprofundadamente a viabilidade da solução apresentada no capítulo referente à discussão dos resultados, para a redução do ruído originado por uma das atividades mais ruidosas da empresa, a lavagem de moldes com gelo seco.

7 BIBLIOGRAFIA

- Abel, S.M., Sass-Kortsak, A., & Kielar, A. (2002). The effect on earmuff attenuation of other safety gear worn in combination. *Noise & Health*, 5 (17), 1-13.
- Abelenda, C.S. (2006). *Avaliação do Conforto de Protetores individuais auditivos*. Guimarães: U. Minho, Ed. Guimarães.
- AESST (2005). *Uma introdução ao ruído no trabalho*. Publicação Facts nº 56. Bilbao, Espanha: Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho.
- AESST (2005). União Europeia diz ‘Calem esse ruído’. Press Release 20-4. *Agência Europeia Para a Segurança e Saúde no Trabalho*. Acedido a 23 de abril de 2015, em www.newoshera.eu/pt/press/press-releases/050420_EW2005_Launch_Int.
- AESST (2006). *O ruído em números*. Publicação Facts nº 67. Bilbao, Espanha: Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho.
- AESST (2008). *Vantagens para as empresas de uma boa segurança e saúde no trabalho*. Publicação Facts nº 77. Bilbao, Espanha: Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho.
- AESST (2015). 1999. Incapacidade por doença profissional: Informação fornecida pelo Ponto Focal Português. *Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho web site*. Acedido em 24 de Março de 2015, em <http://pt.osha.eu.int/statistics/static.stm>.
- AESST (2016). *Noise and Hearing Conservation Program, Section IV: What constitutes an effective hearing conservation program?*. Washington: Occupational Safety and Health Administration.
- Ahmad H.O., et al. (2007). Occupational noise exposure and hearing loss of workers in two plants in eastern Saudi Arabia. *Ann Occup Hyg*; 45, 371-80.
- Alberti P. (2015). *The Anatomy and Physiology of the ear and hearing*. Toronto, Canadá: Universidade de Toronto.
- Arezes P.M. & Miguel, A.S. (2002a). Exposição Ocupacional ao Ruído em Portugal. *Riscos Ocupacionais*, 20 (1), 61-69.
- Arezes P.M. & Miguel, A.S. (2002b). Hearing Protectors Acceptability in Noisy Environments. *Ann. ccup. Hyg.*, 46 (6), 531-536.
- Arezes, P.M. (2002). *Percepção do risco de exposição ocupacional do ruído*. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho - Departamento de Produção e Sistemas.
- Ashraf, H.D., Younus, M.A., Kumar, P., Siddiqui, M.T., Ali, S.S. & Siddiqui, M.I. (2009). Frequency of hearing loss among textile industry workers of weaving unit in Karachi, Pakistan. *J Pak Med Assoc*, 59, 575-9.

- Baraldi, G.S., Almeida, L.C. & Borges, A.C.C. (2007). Evolução da perda auditiva no decorrer do envelhecimento. *Rev Bras Otorrinolaringol*, 73 (1), 64-70.
- Barriviera, C., Melo, J. & Marchiori, L. (2013). *Hearing loss in the elderly: History of occupational noise exposure*. Brasil: Universidade Norte do Paraná.
- Beach, E., Williams, W., & Gilliver, M. (2010). The Contribution of Leisure Noise to Overall Noise Exposure. In *Proceedings of 20th International Congress on Acoustics, ICA 2010*, Sydney, Australia, 23-27 August 2010.
- Benzécry, J.P. (1973). *L'Analyse des Données* (2 Vols.). Paris: Dunod.
- Berger, E. (2001). The Ardent Hearing Conservationist. In *Invited Paper at the 26th Annual Conference of the National Hearing Conservation Association*, Raleigh, NC, USA.
- Bess, F. & Humes, L. (1998). *Fundamentos de audiologia* (2ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Bhanukumar, M., Menon, V.B., Kurian, J. & Madhan, R. (2015). Diclofenac induced sudden sensorineural hearing loss. *International Journal of Medicine and Public Health*, 5 (3).
- Boeker, E., Grondelle, R.V. (1995). *Environmental physics*. England: John Wiley & Sons.
- Cabral, C. (2012). *Acústica Industrial: aplicação da análise de vibrações e ruído à identificação de fontes de ruído em ambiente industrial*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Mecânica – Universidade de Coimbra.
- Carvalho, A. (2013). *Acústica Ambiental e de Edifícios* (edição 8.4). Porto: DEC-FEUP.
- Continental Mabor (2015). *Manual de Segurança, Saúde e Ambiente*. Continental Mabor.
- Crandell, C., Gold, M., Hassel, M., Herr, C., Lee, H., Lehde, M. & Siebein, G. (1997). Pilot studies of speech communication in elementary school classrooms. *J. Acoust. Soc. Am.*, 101 (5), 3069.
- Eurogip (2004). Costs and funding of occupational diseases in Europe. *Eurogip-08-E, agosto de 2004*. Acedido em 12 de janeiro de 2016, em <http://www.eurogip.fr/pdf/Eurogip-08E-cost.pdf>.
- Evangelos, C.A. & Tsouvartzidou, T. (2015). Hearing loss in shipyard employees. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 19 (1), 14-18.
- Fahy, F. & Walker, J. (1998). *Fundamentals of Noise and Vibration*. London, E & FNSPON.
- Farhadian, M., Aliabadi, M. & Darvishi, E. (2015). Empirical estimation of the grades of hearing impairment among industrial workers based on new artificial neural networks and classical regression methods. *Indian J Occup Environ Med.*, 19 (2), 84-89.
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. (2006). *Tratado de fisiologia humana* (Vol. 1, 1ª Ed., cap. 52). Oxford: Elsevier, Lda.
- Kang, T.-S. (2013). Assessment of noise measurements made with a continuous monitoring in time. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134 (1), 822-831.
- Kinsler, L.E.; Frey, A.R.; Coppers, A.B. & Sanders, J.V. (1982). *Fundamentals of Acoustics* (3ª Ed.). England: John Wiley & Sons.

- Kyaw, N.W., Nayake, B.P.B., Min, Z.L. & Lai, A. (2015). Noise-Induced Hearing Loss in the Police Force. *Saf Health Work*, 6 (2), 134-138.
- MacGoris, S. (2010). Changes over time—First findings from the fifth European Working Conditions Survey. *European Foundation for the improvement of Living and Working Conditions web site*. Acedido a 04/10/2012, disponível em <http://www.eurofound.europa.eu/pubdocs/2010/74/en/3/EF1074EN.pdf>.
- Marôco, J.P. (2011). *Análise estatística com o SPSS statistics* (5ª ed.). Pêro Pinheiro: ReportNumber.
- Masterson, E.A., et al. (2013). Prevalence of Hearing Loss in the United States by Industry. *American Journal of Industrial Medicine*, 56, 670-681.
- Mendes, F. (2011). *Ruído Ocupacional em Ambiente Industrial*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto.
- Miguel, S.A. (1992). *Proteção auditiva individual em acidentes industria*. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho.
- Miguel, S.A. (2014). *Manual de higiene e segurança do trabalho*. Porto: Porto Editora.
- Morata, T.C., Fiorini, A.C., Fischer, F.M., Krieg, E.F., Gozzoli, L. & Colacioppo, S. (2001). Factors affecting the use of hearing protectors in a population of printing workers. *Noise & Health*, 4 (13), 25-32.
- Musiba, Z. (2015). The prevalence of noise-induced hearing loss among Tanzanian miners. *Occupational Medicine*, 65, 386-390.
- Nelson, D.I., Nelson, R.Y., Concha-Barrientos, M. & Fingerhut, M. (2005). The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *American journal of industrial medicine*, 48 (6), 446-458.
- Northern, J.L. & Downs, M.P. (2005). *Audição na Infância* (5ª ed.). Rio de Janeiro: Guanabara.
- Oliveira, A., Miguel, A., Batista, J. & Costa, J. (2015). Noise Induced Hearing Loss estimation and sound pressure limits main issues: A systematic review. In *How to create quietness, Proceedings of Euronoise 2015*, C. Glorieux (Ed.), Maastricht, June 1-3, 2015, 1609-1613.
- Ologe, F.E., Akande, T.M. & Olajide, T.G. (2006). Occupational noise exposure and sensorineural hearing loss among workers of steel rolling mill. *EurArch Otorhinolaryngol*, 263, 618-21.
- OMS (2001). *Occupational and community noise*. Organização Mundial da Saúde (Fact sheet N. 258).
- OMS (2012). *WHO global estimates on prevalence of hearing loss. Mortality and Burden of Diseases and Prevention of Blindness and Deafness*. Organização Mundial da Saúde.
- Parikh, S. (2004). Building a Multidisciplinary Cochlear Implant Team. *Einstein Journal of Biology & Medicine*, 21 (1), 19-24.

- Pereira, A. (2009). *Avaliação da Exposição dos Trabalhadores ao Ruído (Análise de casos)*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.
- Pereira, H. (1987). Tratamento informático de questionários: o ponto de vista da análise fatorial das correspondências. *Análise Social*, XXIII (98), 733-746.
- Pereira, H. (1990). *Análise de Dados Geológico-Mineiros. Aplicações e Estudo Metodológico*. Tese de Agregação, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Pestana, M. & Gageiro, J. (2008). *Análise de dados para ciências sociais, a complementaridade do SPSS* (5ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- Pocinho, M. (2010). *Estatística II: Teoria e exercícios passo-a-passo*. Acedido em janeiro de 2015, disponível em http://docentes.ismt.pt/~m_pocinho/Sebenta_estatistica_II_com_anexos_2010.pdf.
- Pykko, I., Toppila, E., Zou, J. & Kentala, E. (2007). Individual susceptibility to noise-induced hearing loss. *Audiological medicine*, 5 (1), 41-53.
- Reddy, R., Welch, D., Ameratunga, S. & Thorne, P. (2014). Development of the hearing protection assessment (HPA-2) questionnaire. *Occupational Medicine*, 64, 198-205.
- Roque, A. (2016). Estatística II – Aula 15. Disponível em Laboratório de ciências neurais. Departamento de física. Universidade de São Paulo. Acedido em maio de 2016.
- Rosso, M., Agius, R. & Calleja, N. (2011). Development and validation of a screening questionnaire for noise-induced hearing loss. *Occupational Medicine*, 61, 416-421.
- Safety News (2000). Hearing Protection – Sound Sense. *Australian Safety News*, April Issue, Australia.
- Schmidt, P.M.S. & Tochetto, T.M. (2009). Genetic investigation of hereditary deafness: Connexin 26 gene mutation. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*, 14 (1), 142-147.
- Seeley, R., Stephens, T. & Tate, P. (2007). *Anatomia e Fisiologia* (6ª ed.). Lisboa: Mcgraw-Hill.
- Singh L.P., Bhardwaj, A. & Kumar, D.K. (2012). Prevalence of permanent hearing threshold shift among workers of Indian iron and steel small and medium enterprises: A study. *Noise Health*, 14 (58), 119-128.
- Singh, L.P., Bhardwaj, A., Deepak, K.K. & Shahu, S. (2008). Evaluation of Work Strain on Workers Working in Small Scale Forging Industry. *J Environ Physiol*, 1, 83-92.
- Singh, L.P., Bhardwaj, A., Deepak, K.K. & Shahu, S. (2010). Small and medium Scale Casting and Forging Industry in India: an ergonomic study. *Ergonomics SA*, 22, 36-57.
- Subroto, S., Nandi, S. & Dhatrak, V. (2008). Occupational noise-induced hearing loss in India. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 12 (2), 53-56.
- Suter, A.H. (2009). The hearing conservation amendment: 25 years later. *Noise & Health*, 11 (42), 2-7.

Telo, E. (2006). Acção de Sensibilização: As Condições de Segurança e Saúde no Trabalho no Contexto da Deficiência Visual. *Instituto para a Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho web site*. Acedido a 13 de janeiro 2016, disponível em www.ishst.pt/downloads/content/9_O_ruido.pdf.

UK. HEAR IT — Facts and figures about noise, 2001. www.hear-it.org. Acedido em fevereiro de 2016.

Vieira, C. (2009). *Acidentes de trabalho em meio hospitalar e sua relação com os riscos profissionais*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto.

Zare, S., Nassiri, P., Monazzam, M.R., Pourbakht, A., Azam, K. & Golmohammadi, T. (2015). Evaluation of Distortion Product Otoacoustic Emissions (DPOAEs) among workers at an Industrial Company exposed to different industrial noise levels in 2014. *Electron Physician*, 7 (3), 1126-1134.

ANEXOS

Anexo A – Inquérito Utilizado no Estudo

O presente inquérito enquadra-se no âmbito da dissertação “Perdas Auditivas em Ambiente Industrial”, do mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Esta dissertação tem como objetivo, o estudo científico das perdas auditivas dos colaboradores da empresa, em função da idade, tempo de exposição, proteção auditiva e nível de exposição sonora.

1. Identificação							
Nome:							
Número mecanográfico:							
Turno:							
Posto de trabalho:							
Escolaridade:	Até ao 4º ano		5º-9º ano		10º-12º ano		Superior ao 12º ano
2. Historial de Exposição ao Ruído							
2.1 Exposição Profissional							
Antes de trabalhar nesta empresa, exerceu alguma atividade noutras empresas com exposição elevada ao ruído?							
Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>							
Em caso de resposta afirmativa, por favor indique o número de anos que esteve exposto ao ruído:							
[1 - 5 anos]		[5-10 anos]		[10-15 anos]		[15-20 anos]	> 20 anos
2.2 Exposição Não Profissional: (Exposição ao ruído fora do horário de trabalho)							
Atividade / Origem do ruído				Sim		Não	
Prestou serviço militar e/ou esteve presente em cenários de guerra?							
Prática / Praticou caça ou tiro?							
Prática / Praticou automobilismo, motociclismo ou outros desportos motorizados?							
Utiliza / Utilizou como meio de transporte motocicleta ou outros veículos ruidosos?							
Costuma utilizar ferramentas ruidosas (berbequins, rebarbadoras, martelos, fresas, motosserra, roçadora, corta sebes, etc.), por exemplo numa oficina doméstica?							
Costuma /costumava ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais?							
Foi vítima de rebentamentos ou de explosões?							
Outros:							
3. Antecedentes							
3.1 Familiares				Sim		Não	
Tem familiares diretos com problemas auditivos?							
3.2 Pessoais				Sim		Não	
Fuma ou fumou regularmente?							
Tem diabetes?							

Sofreu algum traumatismo craniano?		
Tem / teve algum problema nos ouvidos ? – (otites, rompimento do tímpano, intervenções cirúrgicas, cerúmen, etc.)		
Tem / teve alguma doença infecciosa? – (rubéola, meningite, varicela, sarampo, febre tifoide, sífilis, escarlatina, etc.)		
3.3 Exposição a substâncias ototóxicas	Sim	Não
Recebeu tratamentos com antibióticos ou anti-inflamatórios potencialmente ototóxicos, contendo quinino, estreptomicina, neomicina, salicilatos, gentamicina, cenamicina, etc. e/ou trabalhou com chumbo, benzeno, tolueno, mercúrio ou monóxido de carbono?		
4. Proteção auditiva		
Costuma utilizar proteção auditiva?	Sempre / Frequentemente	
	Às vezes / Nunca	
	Motivo	Ambiente de trabalho desfavorável
		Pressão excessiva no ouvido
		Não entendimento das mensagens ou sinais sonoros
		Incômodo geral
	Tampões	Abafadores
Em caso de resposta afirmativa, qual o tipo de protetor auditivo que utiliza?		
No caso de utilizar abafadores, costuma ouvir música em simultâneo com os protetores auditivos?	Sim	Não
5. Percepção individual da função auditiva		
	Sim	Não
Ouve bem?		
Sente zumbidos (acufenos ou tinnitus) nos ouvidos?		

A sua contribuição para este estudo é importante. Obrigado.

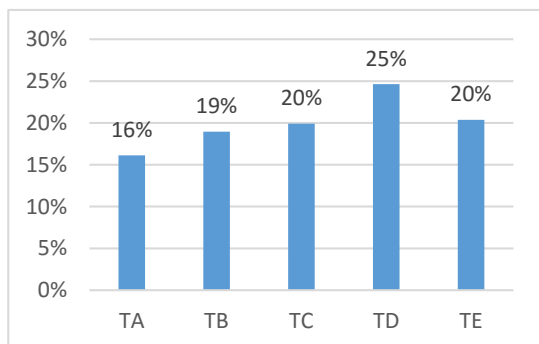
Confirmo, como me foi explicado de forma adequada e inteligível, a necessidade de acesso aos meus audiogramas para efeito do estudo das perdas auditivas dos colaboradores da Continental. É igualmente garantido, que a presente autorização pode ser retirada em qualquer altura. Também é expressamente garantido que haverá destruição dos audiogramas ao fim de seis meses.

Data: ____/____/____ Assinatura do autor do estudo: _____

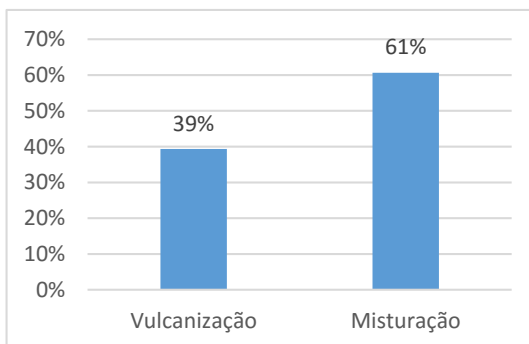
Assinatura do colaborador: _____

APÊNDICES

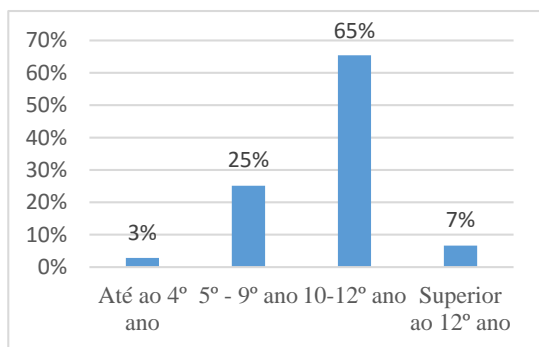
Apêndice A – Histogramas relativos aos resultados dos inquéritos para a amostra



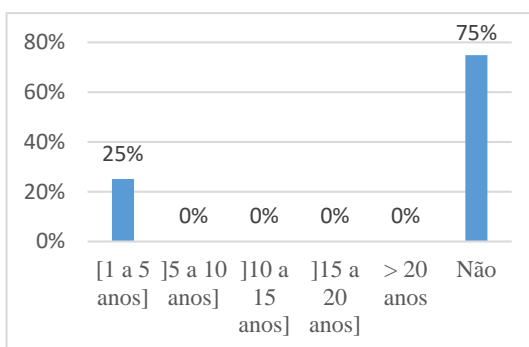
Histograma A1 – Turno.



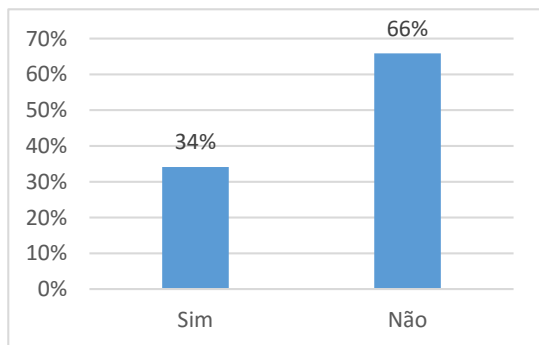
Histograma A2 – Posto de trabalho.



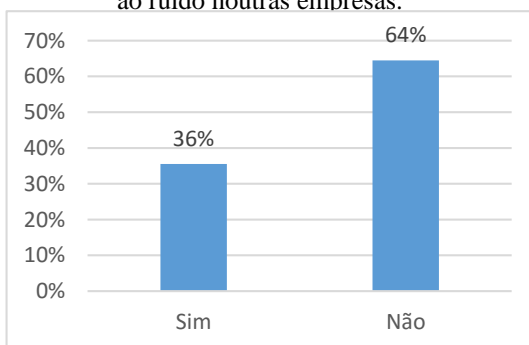
Histograma A3 – Nível de escolaridade.



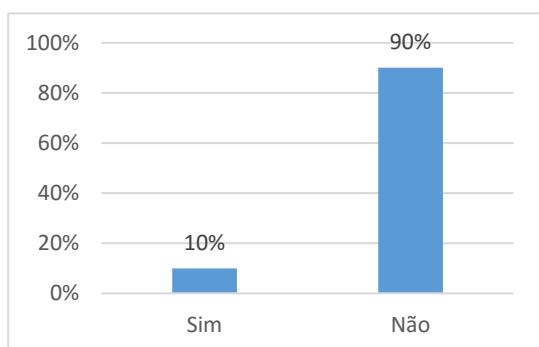
Histograma A4 – Passado de exposição ocupacional ao ruído noutras empresas.



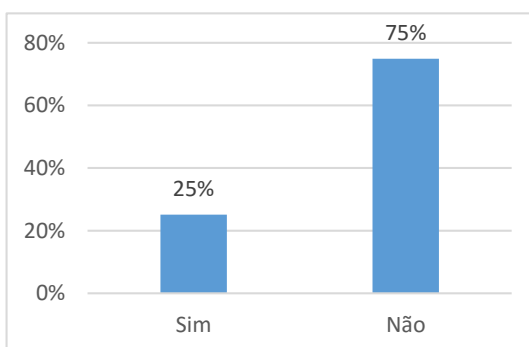
Histograma A5 – Prestação de serviço militar.



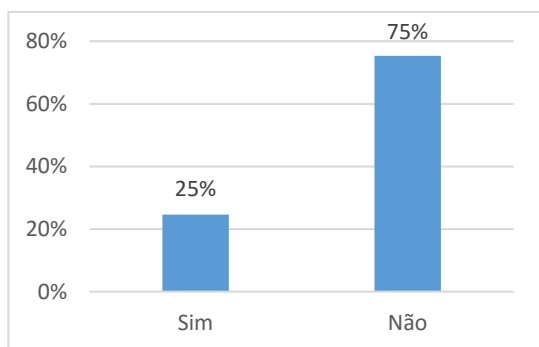
Histograma A6 – Prática de tiro ou caça.



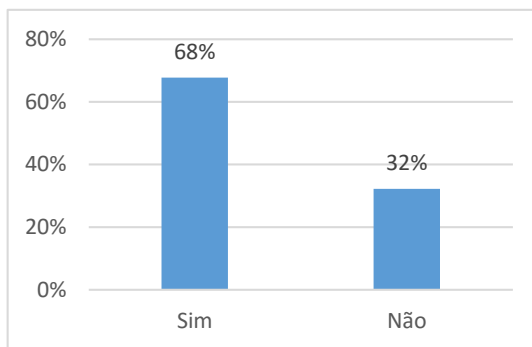
Histograma A7 – Prática de desportos motorizados.



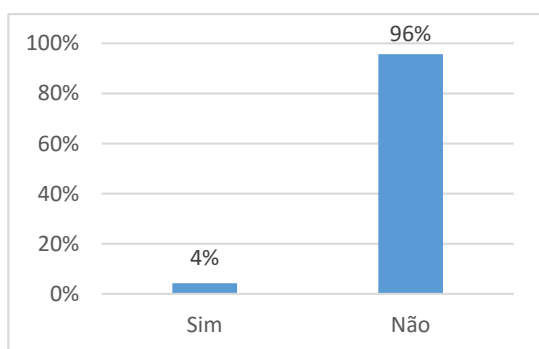
Histograma A8 – Utilização de veículos ruidosos como meio de transporte.



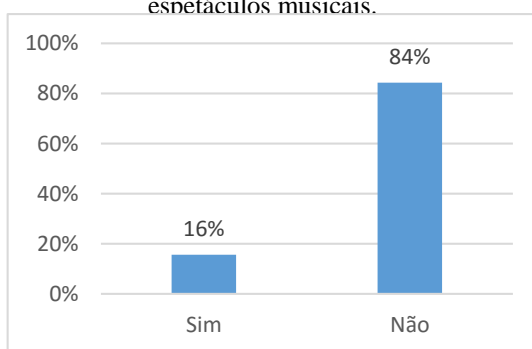
Histograma A9 – Utilização de ferramentas ruidosas fora do horário de trabalho.



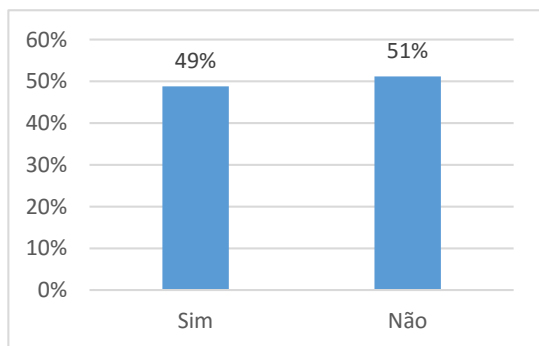
Histograma A10 – Hábito de ouvir música com frequência e de frequentar bares, discotecas e espetáculos musicais.



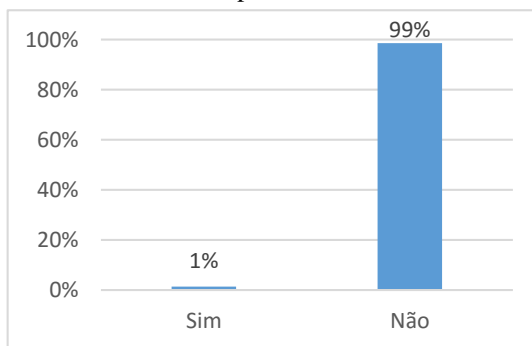
Histograma A11 – Vítimas de rebentamentos ou de explosões.



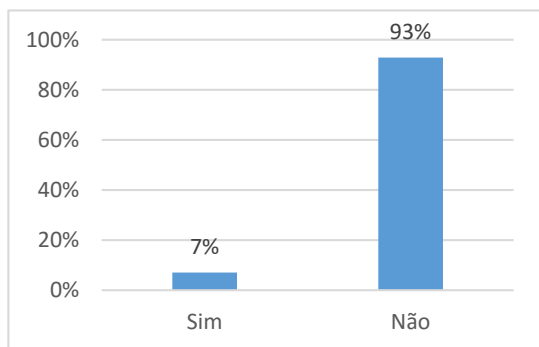
Histograma A12 – Existências de familiares diretos com problemas auditivos.



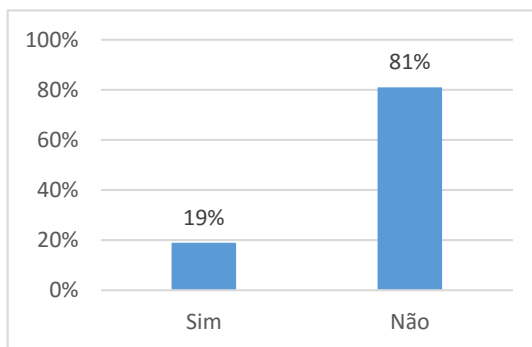
Histograma A13 – Hábitos de tabagismo.



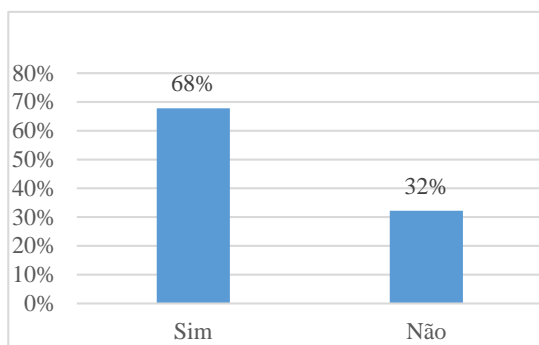
Histograma A14 – Prevalência da doença diabetes.



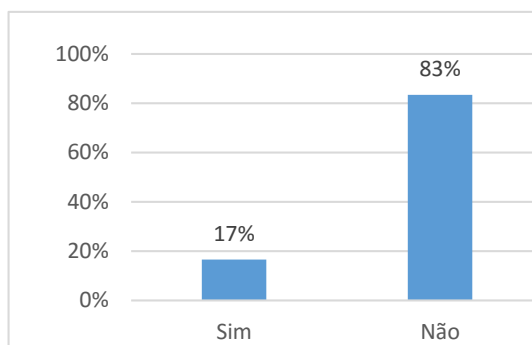
Histograma A15 – Ocorrência de traumatismos carianos.



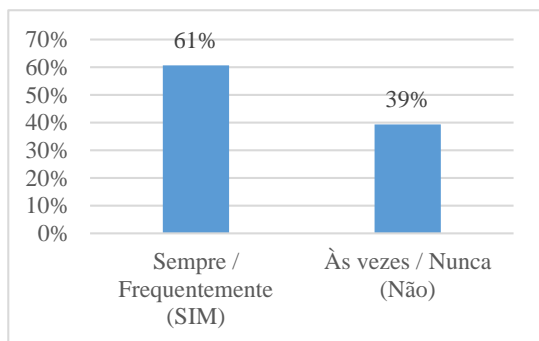
Histograma A16 - Existência de problemas nos ouvidos.



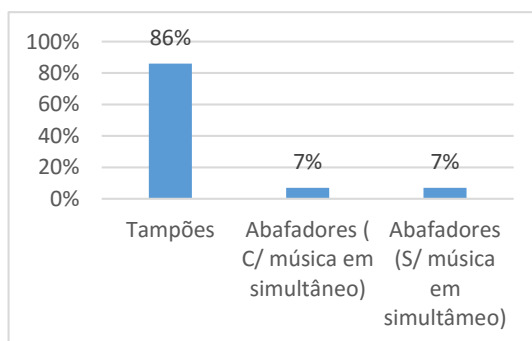
Histograma A17 - Existência de doenças infecciosas.



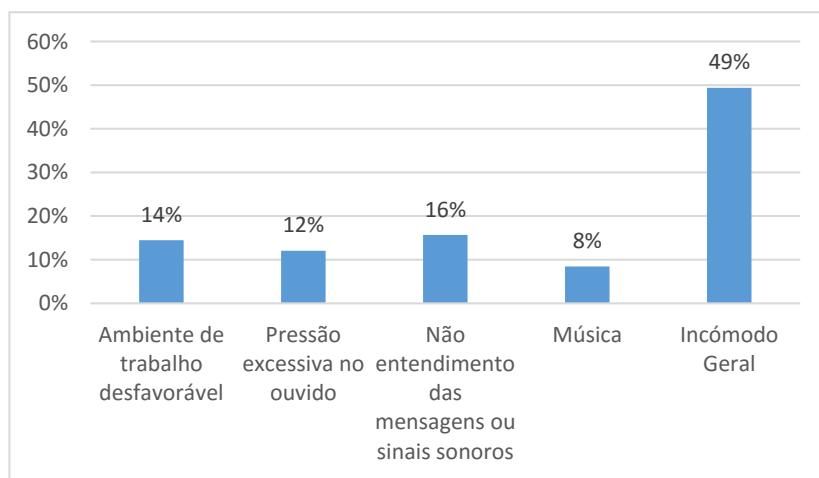
Histograma A18 - Exposição a substâncias ototóxicas.



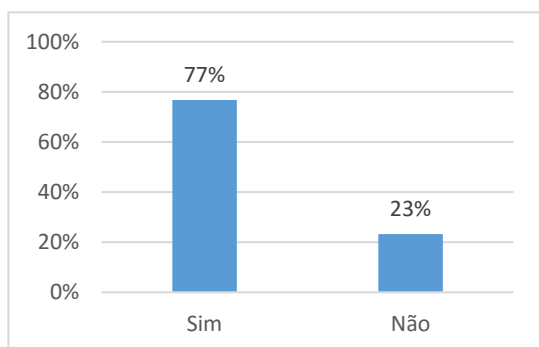
Histograma A19 - Uso de proteção auditiva.



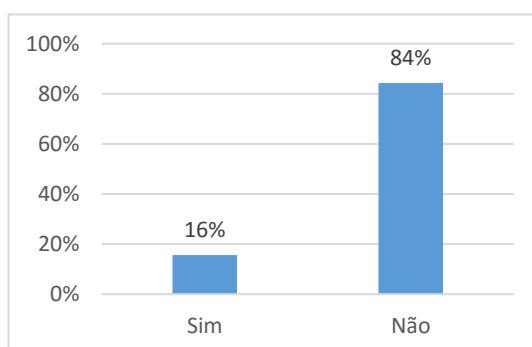
Histograma A20 - Tipo de proteção auditiva utilizada.



Histograma A21 - Motivos para a não utilização de proteção auditiva.

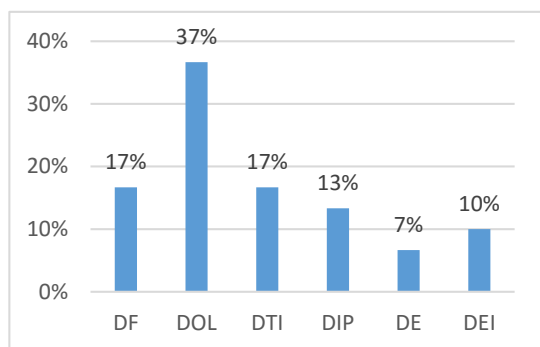


Histograma A22 - Percepção individual da função auditiva.

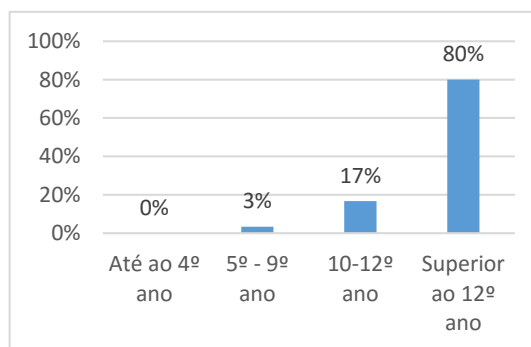


Histograma A23 - Zumbidos nos ouvidos.

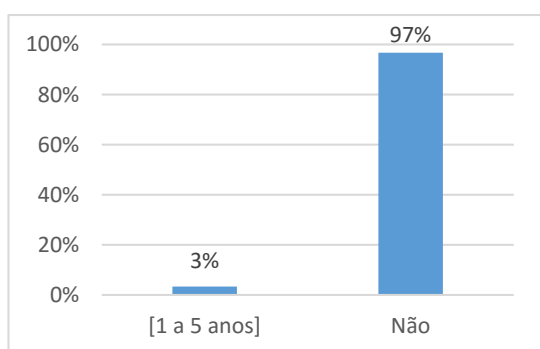
Apêndice B - Histogramas relativos aos resultados dos inquéritos para o grupo de controlo



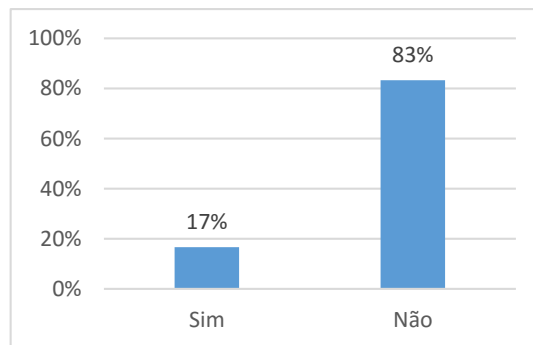
Histograma B1 – Departamento dos colaboradores.



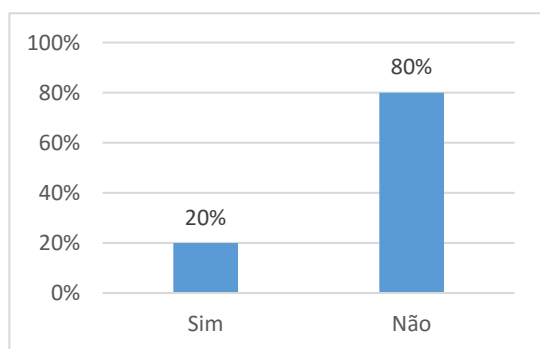
Histograma B2 – Nível de escolaridade.



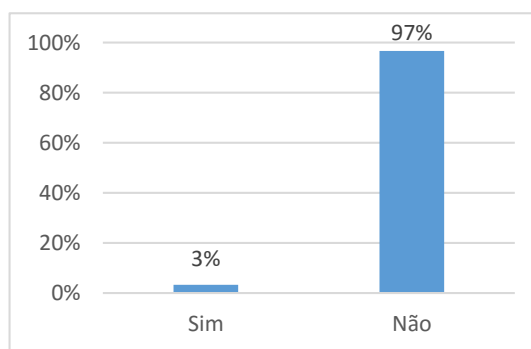
Histograma B3 – Passado de exposição ocupacional ao ruído noutras empresas.



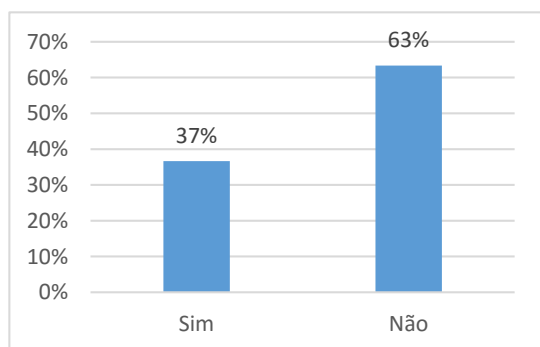
Histograma B4 – Prestação de serviço militar.



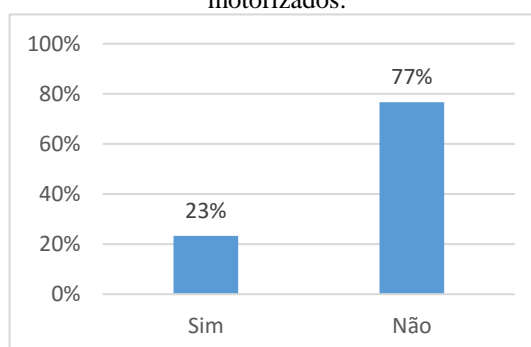
Histograma B5 – Prática de tiro ou caça.



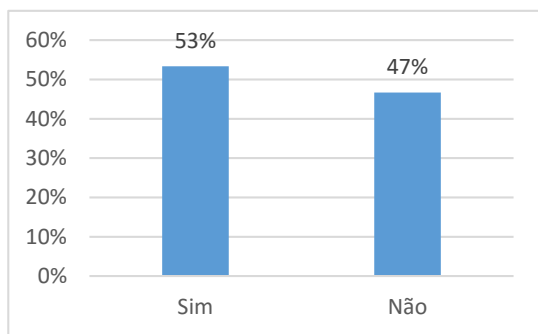
Histograma B6 – Prática de desportos motorizados.



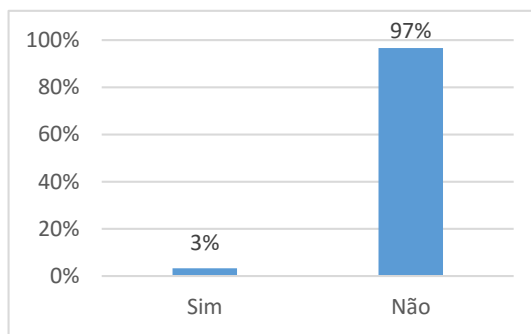
Histograma B7 – Utilização de veículos ruidosos como meio de transporte.



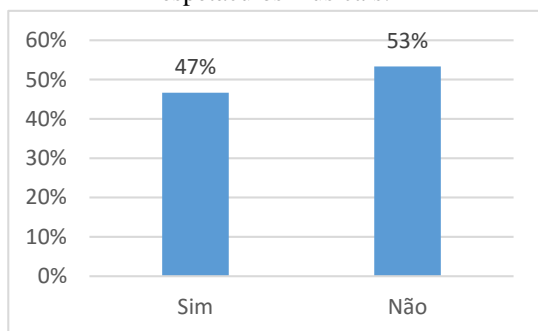
Histograma B8 – Utilização de ferramentas ruidosas fora do horário de trabalho.



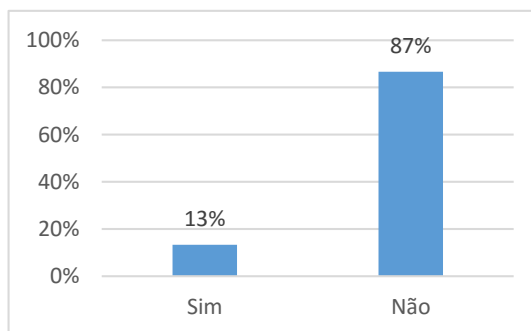
Histograma B9 – Hábito de ouvir música com frequência e de frequentar bares, discotecas e espetáculos musicais.



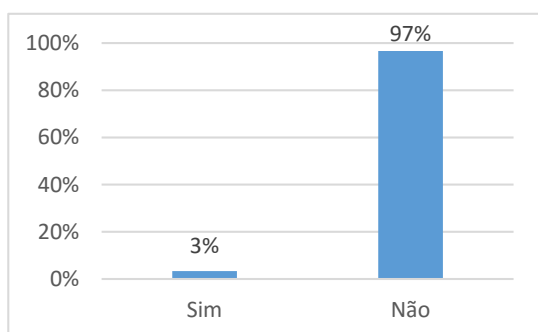
Histograma B10 – Vítima de rebentamentos ou de explosões.



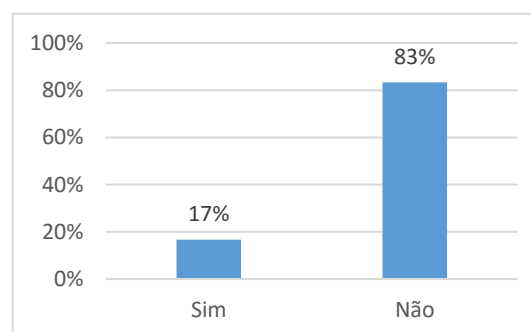
Histograma B11 – Hábitos de tabagismo.



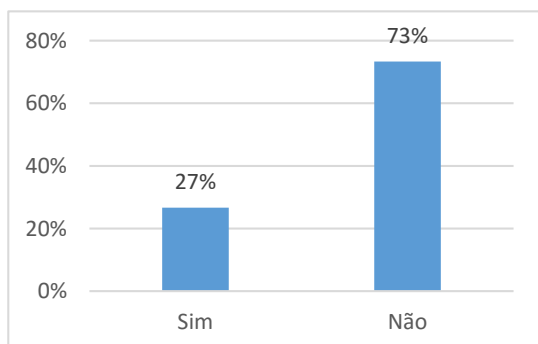
Histograma B12 – Existência de familiares diretos com problemas auditivos.



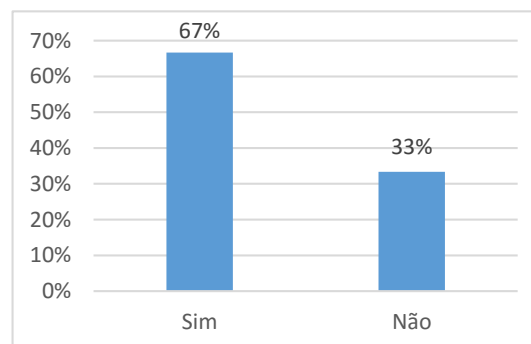
Histograma B13 – Prevalência da doença Diabetes.



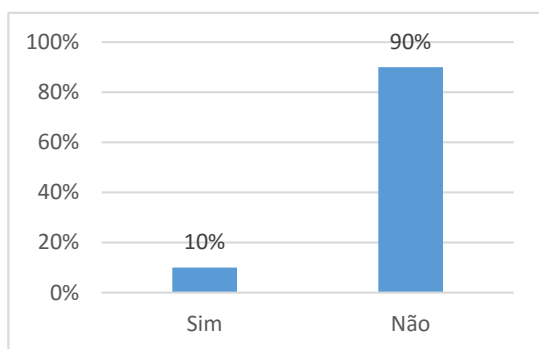
Histograma B14 – Ocorrência de traumatismos cranianos.



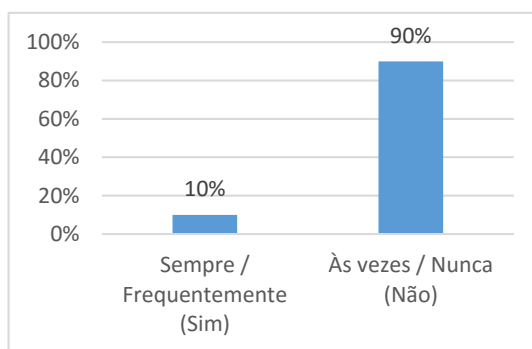
Histograma B15 – Existência de problemas nos ouvidos.



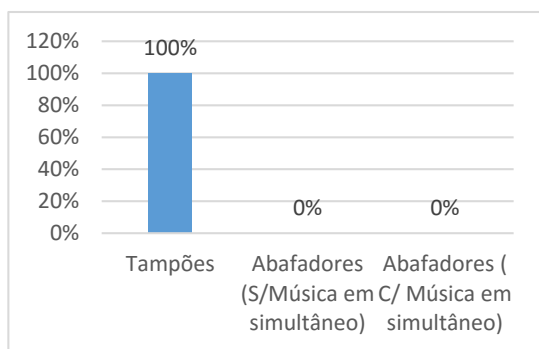
Histograma B16 – Existência de doenças infecciosas.



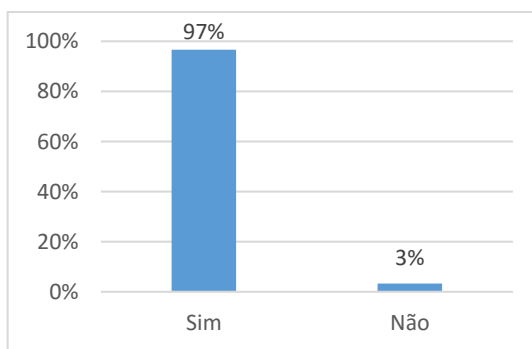
Histograma B17 – Exposição a substâncias ototóxicas.



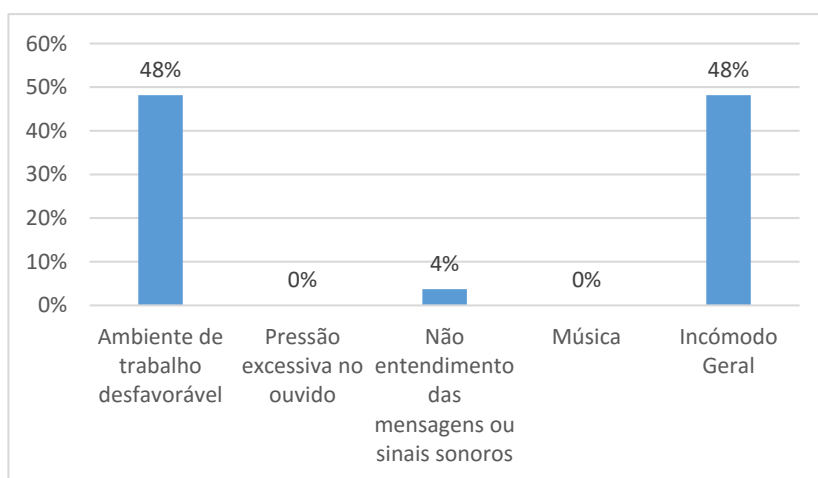
Histograma B18 – Uso de proteção auditiva.



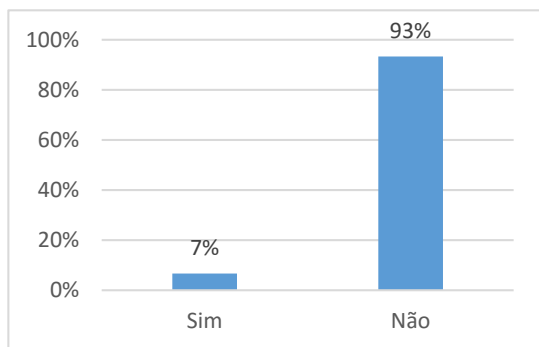
Histograma B19 – Tipo de proteção auditiva utilizada.



Histograma B20 – Percepção individual da função auditiva.



Histograma B21 – Motivos para a não utilização de proteção auditiva.



Histograma B22 – Zumbidos nos ouvidos.

Apêndice C - Descrição das modalidades e variáveis utilizadas no estudo

Tabela C1 - Descrição das modalidades e variáveis utilizadas no estudo.

Amostra em estudo						
Variável Número	Nome da Variável	Número de Modalidades	Modalidade	Codificação	Frequência	Porcentagem (%)
1	Turno	5	Colaboradores pertencentes ao turno A	TA	34	16,1
			Trabalhadores pertencentes ao Turno B	TB	40	19,0
			Inquiridos que trabalham no Turno C	TC	42	19,9
			Indagados do turno D	TD	52	24,6
			Indivíduos que pertencem ao turno E	TE	43	20,4
2	Local de trabalho	2	Colaboradores que trabalham no sector da vulcanização	Vulc	83	39,3
			Trabalhadores cujo local de trabalho pertence ao sector da misturação	Mist	128	60,7
3	Escolaridade	3	Indivíduos com escolaridade até ao 9º ano.	Es9	59	28,0
			Inquiridos com escolaridade até ao 12º ano.	Es12	138	65,4
			Indagados com ensino superior	EscS	14	6,6
4	Exposição ao ruído ocupacional noutras empresas	2	Indivíduos que exerceram atividades com elevada exposição ao ruído noutras durante um período até 5 anos	Exp1	53	25,1
			Inquiridos que nunca estiveram expostos a ruído ocupacional intenso noutras empresas	Nexp	158	74,9
5	Serviço Militar	2	Inquiridos que prestaram serviço militar	MilS	72	34,1
			Indivíduos que não cumpriram serviço militar	MilN	139	65,9
6	Prática de tiro	2	Indagados que afirmaram praticar ou já ter praticado tiro	TirS	75	35,5
			Inquiridos que nunca praticaram tiro	TirN	136	64,5
7	Prática de desportos motorizados	2	Colaboradores que praticam ou já praticaram algum desporto motorizado	AutS	21	10,0
			Indivíduos que nunca praticaram nenhum desporto motorizado	AutN	190	90,0
8	Utilização de veículos ruidosos como meio de transporte	2	Trabalhadores que utilizam / utilizaram como meio de transporte motocicleta ou outros veículos ruidosos	MotS	53	25,1
			Indivíduos que nunca utilizaram como meio de transporte motocicleta ou outros veículos ruidosos	MotN	158	74,9
9	Uso de ferramentas ruidosas fora do horário de trabalho	2	Indagados que costumam utilizar ferramentas ruidosas em casa.	FerS	52	24,6
			Colaboradores que não costumam utilizar ferramentas ruidosas fora do horário de trabalho	FerN	159	75,4
10	Hábito de ouvir música com frequência, frequentar bares e discotecas ou espetáculos musicais	2	Indivíduos que costumam ouvir música com frequência ou visitar frequentemente bares e discotecas ou espetáculos musicais	BarS	143	67,8
			Indagados que não costumam ouvir música com frequência nem ter por hábito frequentar bares e discotecas ou espetáculos musicais	BarN	68	32,2
11	Rebentamentos ou explosões	2	Inquiridos que já foram vítimas de rebentamentos ou de explosões	ExpS	9	4,3
			Trabalhadores que nunca foram vítimas de rebentamentos ou de explosões	ExpN	202	95,7
12	Famíliares com problemas auditivos	2	Indivíduos que têm familiares diretos com problemas auditivos	FamS	33	15,6
			Inquiridos que não têm familiares diretos com problemas auditivos	FamN	178	84,4
13	Tabagismo	2	Colaboradores que fumam ou já fumaram regularmente	FumS	103	48,8
			Trabalhadores que afirmaram nunca ter fumado regularmente	FumN	108	51,2

14	Diabetes	2	Indagados que têm diabetes	DiaS	3	1,4
			Inquiridos que não sofrem da doença diabetes	DiaN	208	98,6
15	Traumatismo Craniano	2	Indivíduos que já sofreram um traumatismo craniano	TcrS	15	7,1
			Colaboradores que nunca sofreram nenhum traumatismo craniano	TcrN	196	92,9
16	Problemas nos ouvidos	2	Indivíduos que já tiveram problemas nos ouvidos	OuvS	40	19
			Trabalhadores que afirmaram nunca ter tido nenhum problema nos ouvidos	OuvN	171	81
17	Doenças infecciosas	2	Colaboradores que já tiveram doenças infecciosas	InfS	143	67,8
			Indagados que nunca tiveram nenhuma doença infecciosa	InfN	68	32,2
18	Exposição a substâncias ototóxicas	2	Indivíduos que já estiveram expostos a substâncias ototóxicas	OtoS	35	16,6
			Trabalhadores que nunca trabalharam com substâncias ototóxicas	OtoN	176	83,4
19	Proteção Auditiva	2	Colaboradores que têm por hábito utilizar proteção auditiva	PrtS	128	60,7
			Indagados que raramente ou nunca usam proteção auditiva	PrtN	83	39,3
20	Percepção individual da função auditiva	2	Indivíduos que têm a percepção de que ouvem bem	OvbS	162	76,8
			Colaboradores que sentem que não ouvem bem	OvbN	49	23,2
21	Zumbidos nos ouvidos	2	Trabalhadores que sentem zumbidos nos ouvidos	ZumS	33	15,6
			Indagados que não costumam sentir zumbidos nos ouvidos	ZumN	178	84,4
22	Perdas auditivas segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007	2	Indivíduos que não têm perdas auditivas à luz do critério do Decreto-Lei nº 352/2007	PaDN	209	99,1
			Colaboradores que segundo o critério do Decreto-Lei nº 352/2007 apresentam perdas auditivas	PaDS	2	0,9
23	Perdas auditivas segundo o critério BIAP	3	Indivíduos que de acordo com o critério BIAP, apresentam perdas auditivas normais	PaBN	179	84,8
			Indagados que à luz do critério BIAP, apresentam perdas auditivas ligeiras	PaBL	26	12,3
			Colaboradores que segundo o critério BIAP, apresentam perdas auditivas moderadas.	PaBM	6	2,8
24	Idade (anos)	4	Trabalhadores que têm até 30 anos de idade	Id30	29	13,7
			Colaboradores que têm idade compreendida entre os 31 e os 40 anos	Id40	134	63,5
			Indivíduos cuja idade se situa entre os 41 e os 50 anos	Id50	33	15,6
			Indagados com idade superior a 50 anos	Id>	15	7,1
25	Tempo de exposição (anos)	4	Colaboradores com tempo de exposição inferior ou igual a 10 anos	Te10	81	38,4
			Trabalhadores com tempo de exposição compreendido entre os 11 e os 20 anos	Te20	119	56,4
			Inquiridos com tempo de exposição situado entre os 21 e os 30 anos	Te30	3	1,4
			Indagados cujo tempo de exposição se situa entre os 31 e os 40 anos	Te40	8	3,8
26	Nível de exposição (dB(A))	4	Indivíduos cujo nível de exposição médio se verificou ser inferior a 80 dB(A)	Le80	3	1,4
			Trabalhadores que encontram expostos a um nível de exposição médio situado entre os 80 e os 85 dB(A)	Le85	117	55,5
			Colaboradores que apresentam um nível médio de exposição situado entre os 85 e os 87 dB(A)	Le87	8	3,8
			Indagados cujo nível médio de exposição ao ruído é superior a 87 dB(A)	Le>	83	39,3

Apêndice D - Modalidades com contribuição absoluta superior a 1,72 (ensaio 2)

Tabela D1 - Modalidades com contribuição absoluta superior a 1,72.

	1	2	3	4	5	6
TA				2,73		
TB						4,16
TC		2,91				2,98
TD					5,38	
TE						
Vulc		12,31	2,06	8,32		
Mist		8,08		5,32		
Es9	4,73	5,95	2,62			
Es12		2,38				
EscS					3,43	
Exp1						2,51
NExp						
MilS	12,54		9,00			
MilN	6,32		4,93			
TirS	12,25		8,68			
TirN	6,57		5,06			
AutS				5,63		8,59
AutN						
MotS		1,76				10,77
MotN						3,67
FerS		6,14	1,86		9,61	
FerN		1,97			3,13	
BarS				2,08		
BarN				4,27		
ExpN						
FamS		4,31		2,30		
FamN						
FumS				2,59		3,53
FumN				2,42		3,43
DiaN						
TcrS					16,98	2,53
TcrN						
OuvS				3,34	8,80	
OuvN					2,07	
InfS						
InfN					1,99	
OtoS		3,39		2,17	8,83	9,14
OtoN					1,77	1,85
PrtS		4,34				2,36
PrtN		6,80	2,15			3,71
OvbS						
OvbN	4,39		2,23	3,94	3,66	2,72
ZumS	3,46			2,53	4,42	
ZumN						
PaDN						
PaBN			2,31			
PaBL	4,05	2,77	9,69			4,27
PaBM		2,53	4,45	8,96		
Id30	10,34			2,47		
Id40						
Id50			1,99		3,22	
Id+	5,03	2,58	12,54			3,09
Te10	8,03			2,02		
Te20	3,30		1,79			
Le80				5,44		
Le85	2,02	7,66		3,43		
Le87			2,38	2,00	4,11	7,51
Le+	2,42	11,85	4,31	4,91		

Apêndice E - Coordenadas das modalidades nos eixos fatoriais (ensaio 2)

Tabela E1 - Coordenadas das modalidades nos eixos fatoriais – ensaio 2.

	1	2	3	4	5	6
TA	0,04	-0,36	0,06	0,55	0,40	-0,05
TB	0,22	-0,15	0,15	-0,24	0,03	0,60
TC	-0,01	0,55	0,15	-0,30	0,05	-0,49
TD	0,13	-0,04	-0,32	0,34	-0,61	-0,12
TE	-0,36	-0,08	0,02	-0,33	0,34	0,11
Vulc	0,34	0,81	-0,32	0,62	0,18	0,09
Mist	-0,21	-0,53	0,20	-0,40	-0,12	-0,06
Es9	0,69	-0,67	-0,43	0,20	0,23	0,31
Es12	-0,25	0,28	0,17	-0,13	-0,19	-0,08
EscS	-0,41	0,06	0,06	0,50	0,94	-0,52
Exp1	0,01	-0,37	-0,13	0,03	0,03	0,40
NExp	0,00	0,12	0,03	-0,01	-0,01	-0,14
MilS	1,02	-0,18	0,73	0,20	-0,06	-0,24
MilN	-0,52	0,09	-0,39	-0,10	0,03	0,12
TirS	0,98	-0,18	0,70	0,26	-0,06	-0,17
TirN	-0,53	0,10	-0,40	-0,14	0,03	0,09
AutS	-0,17	-0,34	0,01	1,01	0,16	1,18
AutN	0,02	0,03	-0,01	-0,11	-0,02	-0,13
MotS	0,01	-0,38	-0,09	-0,25	0,13	0,83
MotN	0,00	0,13	0,02	0,09	-0,04	-0,28
FerS	0,18	-0,72	-0,39	-0,04	0,81	0,20
FerN	-0,05	0,23	0,12	0,02	-0,26	-0,07
BarS	-0,15	0,01	0,14	0,24	-0,05	0,09
BarN	0,32	-0,02	-0,31	-0,49	0,11	-0,20
ExpN	-0,04	0,01	0,01	-0,04	0,00	0,00
FamS	0,12	0,76	-0,46	-0,52	-0,07	0,07
FamN	-0,02	-0,14	0,08	0,10	0,01	-0,01
FumS	0,06	0,05	-0,21	0,31	-0,05	0,34
FumN	-0,05	-0,05	0,19	-0,29	0,05	-0,33
DiaN	-0,01	0,02	0,02	0,00	-0,01	0,00
TcrS	0,28	0,09	-0,10	0,37	-2,01	0,76
TcrN	-0,02	-0,01	0,00	-0,03	0,15	-0,06
OuvS	0,25	0,02	-0,36	-0,57	-0,89	0,10
OuvN	-0,05	-0,01	0,07	0,13	0,21	-0,02
InfS	-0,09	-0,02	0,10	0,03	-0,15	0,08
InfN	0,21	0,04	-0,23	-0,05	0,32	-0,16
OtoS	0,23	-0,66	-0,44	0,49	-0,95	0,94
OtoN	-0,04	0,13	0,08	-0,09	0,19	-0,19
PrtS	0,02	0,39	0,20	-0,18	-0,09	0,25
PrtN	-0,02	-0,60	-0,33	0,28	0,15	-0,39
OvbS	-0,21	-0,04	0,12	0,17	0,16	0,13
OvbN	0,73	0,12	-0,44	-0,55	-0,52	-0,43
ZumS	0,79	0,09	-0,35	-0,54	-0,69	0,40
ZumN	-0,14	-0,02	0,06	0,10	0,13	-0,08
PaDN	0,00	-0,03	0,01	0,02	0,00	-0,01
PaBN	-0,15	0,05	0,23	0,06	0,00	0,07
PaBL	0,96	-0,69	-1,25	0,18	-0,13	-0,75
PaBM	0,40	1,37	-1,77	-2,39	0,44	0,97
Id30	-1,45	-0,43	-0,37	0,57	-0,40	-0,40
Id40	0,05	0,21	0,16	-0,21	0,21	0,18
Id50	0,45	-0,10	0,51	0,35	-0,59	0,00
Id+	1,41	-0,87	-1,88	0,01	0,22	-0,84
Te10	-0,77	-0,07	-0,07	0,31	-0,24	-0,15
Te20	0,40	0,11	0,25	-0,23	0,14	0,18
Le80	-0,38	0,42	0,87	2,63	-1,19	-1,30
Le85	-0,32	-0,54	0,22	-0,33	-0,23	-0,16
Le87	0,64	-0,58	1,12	-0,98	1,36	1,79
Le+	0,42	0,80	-0,47	0,48	0,23	0,10